

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

**BIONIKA A JEJÍ VYUŽITÍ V TEXTILNÍM A
ODĚVNÍ PRŮMYSLU**

**BIONICS AND ITS APPLICATIONS IN
TEXTILES AND APPAREL**

KTM - 576

P r o h l á š e n í

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum 20. 12. 2010

Podpis

P o d ě k o v á n í

Tímto bych chtěla poděkovat Ing. Jitce Novákové a Ing. Zuzaně Fléglové za ochotu a přínosné konzultace k mojí práci, Katedře oděvnictví a Katedře textilních materiálů za propůjčení měřících přístrojů a odborným asistentům za pomoc při realizaci experimentu.

Velké poděkování patří společnostem Velveta, a.s. a Rudolf Group za laskavé poskytnutí vzorků k testování.

ABSTRAKT

Ve své diplomové práci jsem měla v úmyslu představit pojmy bionika a biomimetika a jejich aplikaci v různých odvětvích průmyslu, převážně textilního a oděvního.

Tyto pojmy se v posledních letech velmi opakují ve spojitosti s vývojem nových technologií, např. pro snížení odporu vzduchu nebo proudění, pro samočisticí povrchy, pro zajištění tepelného komfortu oděvů, pro barevné efekty bez použití barviv a v neposlední řadě v rozvoji tzv. smart textilií. A to vše jako následek výzkumu jevů v přírodě a snahy o jejich napodobení či pouhou inspiraci systému.

V diplomové práci je nejprve definován pojem bionika a její využití obecně s několika příklady. Další část je věnována rešerši známých technologií, které již používáme v běžném životě a také technologiím, které se nadále vyvíjí. Ke každé z technologií jsou uvedeny příklady existujících textilií či výrobců, kteří se vývojem této technologie zabývají.

Neopomenutelnou oblastí tohoto tématu je zmínka o vývojových institucích a informačních zdrojích, tak jako odhad vývoje dalších technologií nebo nových vláken.

Součástí práce je experimentální část, kde bylo mým úkolem otestovat pravdivost jmenovaných technologií, konkrétně vodoodpudivou a nešpinavou úpravu na textiliích, tzv. efekt lotosového listu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bionika, Velcro, gekon, borová šiška, žraločí kůže, medvědí kůže, motýl Morpho, pavoučí hedvábí, lotus efekt, membrány, smart-textilie

ABSTRACT

My concern in this diploma work was to introduce the names bionics and biomimetics and their applications in various ranges of industry, especially in textile and apparel.

These names have been mentioned a lot during the last years in connection with development of new technologies, e.g. for decreasing of air resistance or water flow, for self-cleaning surfaces, for providing of thermal apparel comfort, for color effects without any dyes and last but not least in development of so called smart textiles. And this all as a result of nature phenomenon research and efforts for their imitations or just an inspiration of the system.

First I have defined the name bionics and its applications in general, together with a few examples. The other part of my work is pursued to summary of known technologies, which we already use in common life, and also to technologies, which are still in process of development. I have put an example to each technology of existing textiles or manufacturers, who are involved in development of this kind.

Unforgettable area of this theme is a mention of development institutions and information sources, as well as an estimate of future technologies or new fibers. The experimental part of the work is included, where I verified the veracity of the mentioned technologies, especially water-repellent and self-cleaning textile finishes, so called lotus effect.

KEY WORDS

Bionics, Velcro, gecko, pine cone, shark skin, ice-bear fur/skin, Morpho butterfly, spider fiber, lotus effect, membranes, smart-textiles

OBSAH

1	ÚVOD.....	2
2	HISTORIE BIONIKY.....	3
2.1	VZNIK.....	3
2.2	ROZVOJ.....	4
3	BIONIKA.....	5
3.1	DEFINICE.....	5
3.2	INSPIRACE PŘÍRODOU V RŮZNÝCH ODVĚTVÍCH.....	6
3.2.1	Termitiště.....	6
3.2.2	Sekvoje.....	7
3.2.3	Řasy a ráfky kol.....	7
3.2.4	Kočí tlapka a pneumatika.....	8
3.2.5	Stehenní kost.....	9
4	BIONIKA V TEXTILNÍM A ODĚVNÍM PRŮMYSLU.....	10
4.1	Rostliny nebo plody rostlin s háčky na povrchu.....	10
	Velcro – suchý zip.....	11
4.2	Gekon a jeho přilnavé tlapky.....	11
	RUDOLF Gecko-coating.....	12
4.3	Borové šišky.....	13
	X-Bionic.....	14
	Schoeller c_change™.....	16
	MMT textiles.....	17
4.4	Žraločí kůže.....	18
	Speedo Fastskin.....	19
4.5	Medvědí srst.....	20
	Dutá vlákna.....	20
4.6	Motýl Morpho Peleides.....	22
	Teijin Fibers Morphotex.....	23
4.7	Pavouk a jeho hedvábné vlákno.....	25
	Imitace pavoučího hedvábí.....	25
4.8	Lotus efekt.....	28
	Rudolf BIONIC-FINISH®.....	31
	Schoeller.....	33
	BASF Mincor® TX TT.....	34
	Velveta.....	34
	Tebo.....	37
4.9	Membrány.....	38
4.2.1	Hydrofobní membrány.....	38
	Gore-TEX.....	39
4.2.2	Hydrofilní membrány.....	40
	Sympatex.....	40
	Gelantos XP.....	41
4.10	Pouštní liška.....	42
	X-Bionic® Technologie Pouštní liška.....	42
	Schoeller coldblack®.....	43
4.11	Smart-Textilie.....	44
	X-SOCKS®.....	45
5	INSTITUCE PODPORUJÍCÍ VÝVOJ BIONIKY.....	46

5.1	Institut textilní technologie a procesního inženýrství Denkendorf.....	46
5.2	Univerzita v Bath.....	47
5.3	Stanfordská univerzita v Kalifornii.....	47
5.4	TITV Greiz – Institut pro speciální textilie a flexibilní materiály.....	48
5.5	Institut pro nanotechnologii Skotsko.....	49
5.6	Společnost pro Technickou biologii a bioniku, Univerzita Sársko.....	49
6	TRENDY.....	50
6.7	Innovation in Textiles – Technical Textiles Online.....	50
6.8	TechTex India, BCH Newslin.....	50
6.9	Association of suppliers to the British clothing industry.....	50
6.10	Textilní zpravodaj.....	51
7	VÝVOJ NOVÝCH VLÁKEN.....	51
7.1	Vlákna z regenerované celulózy.....	51
7.1.1	Bambus = bavlna 21. století.....	51
7.1.2	Tencel.....	53
7.2	Vlákna z rostlinných bílkovin.....	53
7.2.1	Sója.....	53
7.3	Ultra-mikrovlákna.....	54
7.4	Nanovlákna.....	54
7.5	Silikony.....	55
8	PRAKTICKÁ ČÁST.....	56
8.1	Oslovení výrobců.....	56
8.2	Stanovení odolnosti proti pronikání vody – Zkouška tlakem vody.....	58
	Vzorek 1 – Bez povrchové úpravy/Redex Velveta.....	58
	Vzorek 2 – Povrchová úprava Teflon/ Redex Velveta.....	60
	Vzorek 3 – Bez povrchové úpravy.....	61
	Vzorek 4 – Prací prostředek Rudolf Group.....	62
	Vzorek 5 – Impregnační prostředek Rudolf Group.....	63
8.3	Stanovení odolnosti plošných textilií vůči povrchovému smáčení (zkrápění metoda).....	64
	Vzorek 1 – Bez povrchové úpravy/Redex Velveta.....	66
	Vzorek 2 – Povrchová úprava Teflon/Redex Velveta.....	67
	Vzorek 3 – Bez povrchové úpravy.....	68
	Vzorek 4 – Prací prostředek Rudolf Group.....	69
	Vzorek 5 – Impregnační prostředek Rudolf Group.....	70
8.4	Stanovení savosti plošných textilií vůči vodě (postup vztlínáním).....	72
	Vzorek 1 – Bez povrchové úpravy/Redex Velveta.....	73
	Vzorek 2 – Povrchová úprava Teflon/Redex Velveta.....	74
	Vzorek 3 – Bez povrchové úpravy.....	74
	Vzorek 4 – Prací prostředek Rudolf Group.....	75
	Vzorek 5 – Impregnační prostředek Rudolf Group.....	75
8.5	Stanovení nepromokavosti plošných textilií Bundesmannovou zkouškou deštěm 77	
8.6	Stanovení nešpinivosti plošných textilií použitím potravinářských a chemických výrobků.....	77
	Vzorek 1 – Bez povrchové úpravy/Redex Velveta.....	78
	Vzorek 2 – Povrchová úprava Teflon/ Redex Velveta.....	79
	Vzorek 3 – Bez povrchové úpravy.....	80
	Vzorek 4 – Prací prostředek Rudolf Group.....	80
	Vzorek 5 – Impregnační prostředek Rudolf Group.....	82

9	ZÁVĚR.....	84
---	------------	----

1 ÚVOD

Již od pradávna se lidé snaží napodobit přírodu a její systémy. V přírodě je vše dokonale sladěné, vše do sebe zapadá a každý jev má nějaký smysl. Díky rozvoji vědy a techniky se pokusy napodobit přírodu výrazně zlepšily a člověk zahrnul „přírodní systémy“ do svého běžného života.

Objevům nové doby předcházely jednoduché imitace prováděné lidmi od středověku, např. kleště nebo pila jako napodobení zvířecích zubů, různé vrtáky, jehly, šroubováky, náprstky anebo chrániče nebo brnění, odpozorovaná z fungování vzorů z flóry a fauny. [1]

S rozvojem vědy a techniky ve 2. pol. 20. století vědci začali přemýšlet nad přírodou při hledání nových inspirací a možnostmi jejího využití v průmyslu. A tak vznikl nový vědní obor, který se tímto zabývá. Nazývá se bionika. Jejím cílem je zkoumání principů živé přírody a jejich využití při řešení technických problémů. Z bioniky vychází další vědní obor – biomimetika, která se zabývá napodobováním přírodních materiálů a struktur.

Biomimetika jako taková se nejprve začala využívat ve fyzice, zejména v aplikované mechanice. Některé stroje a přístroje jsou konstruovány tak, že detailně napodobují mechanický pohyb živočichů. Neméně důležitým zdrojem poznání jsou různé anorganické materiály (biominerály), z nichž jsou utvořeny například kostry živočichů, ulity, skořápky, korálové útvary, krunýře, pavučiny apod. [2]

Další zajímavosti byly objeveny při zkoumání kůže a srsti zvířat, díky kterým živočichové dokáží přežít i v těch nejnáročnějších podmínkách. Např. kůže žraloka, která umožňuje maximální rychlost jeho pohybu ve vodě, srst tučňáka či ledního medvěda, která jim zajišťuje perfektní tepelnou izolaci. A právě tyto objevy jsou důležitou součástí dnešního textilního a oděvního průmyslu.

Když se zaměříme na konkrétní výrobky, které používáme denně a které byly inspirovány přírodou, všem je dobře známý suchý zip, jehož princip je odvozen od zachytávání bodláku obecného na srsti zvířat. Další aplikací, kde byly principy bioniky použity, jsou například pneumatiky. V tomto případě se vycházelo z principu zvířecích tlapek, které se při dopadu roztahují a tím zvyšují svoji kontaktní plochu. Toto jsou jen ukázkové příklady z celé palety nápadů, které lze najít v přírodě a byly úspěšně přeneseny do technické praxe. [3] Cílem této práce je podat ucelený přehled o historii a současném vývoji bioniky (biomimetiky), jejím uplatnění ve vybraných oblastech vědy

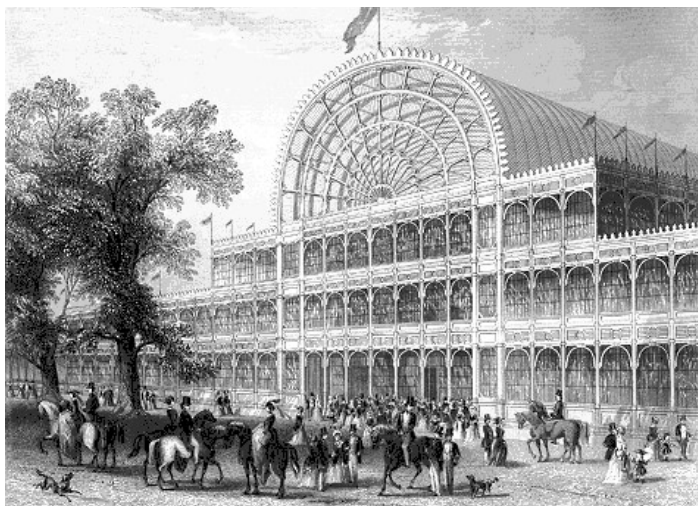
a techniky, převážně pro textilie a oděvy současnosti, jejichž vzniku napomohly jevy v přírodě.

2 HISTORIE BIONIKY

Tento relativně mladý vědní obor vznikl na přelomu 50. a 60. let především zásluhou nového rozvoje v biologii, který byl umožněn prudkým vývojem technických věd po druhé světové válce.

2.1 VZNIK

V roce 1956 se konala první konference, která měla na programu zhodnocení využití biologických poznatků v technice a o dva roky později se poprvé objevilo pro nový vědní obor pojmenování bionics. Lidé však pozorovali přírodu, která je obklopovala, již odedávna a nacházeli v ní inspiraci. Napodobování živých organismů technickými konstrukcemi mnohem dříve před tím, než bionika vůbec vznikla, lze najít v letectví či ve stavitelství.



Obr. 1. Crystal Palace v Londýně - ukázka bioniky ve stavitelství [4]

Zde stačí jmenovat například legendárního Leonarda da Vinciho a jeho létající stroj inspirovaný netopýrem z počátku 16. století či pro stavitelství tak významnou stavbu, jakou je „Crystal Palace“ (česky Křišťálový palác, viz obr. 1) v Londýně z let

1850 až 1851. Autor této pozoruhodné stavby, Sir Joseph Paxton, se nechal při jejím návrhu inspirovat studiem listů viktorie královské (obr. 2) - obrovského leknínu, jehož listy dosahují průměru až přes dva metry a jejichž žebrovitá struktura jim propůjčuje vysokou nosnost a odolnost proti poškození. Vznikla tak nejen proslulá střešní konstrukce budovy, ale zrodil se nový způsob stavění pomocí montážních panelů. Nicméně tyto technické konstrukce inspirované přírodou byly spíše věcí náhody než nějakého cílenějšího úsilí. [4]



Obr. 2. Viktorie královská – největší list leknínu v přírodě [5], [6]

2.2 ROZVOJ

První již skutečně bionické studie a myšlenky se objevují až v první polovině dvacátého století. Například práce G. Lilienthala „Biotechnika létání“ (1925) nebo A. Niklitschenka „Technika živého“ (1940). Prvním, kdo problematiku bioniky poměrně široce rozpracoval, byl ovšem R. H. Francé ve svých pracích „Technické výkony rostlin“ (1919) a „Rostlina jako vynálezce“ (1920). Francé pro svůj „nový vědní obor“ zvolil pojmenování „biotechnika“ a snažil se jej náležitě propagovat, ovšem jeho práce zůstaly nepovšimnuty. Teprve po druhé světové válce se zájem o bionickou problematiku začal zvyšovat.

Velký kus práce v popularizaci bioniky odvedl především Max O. Kramer, který se zabýval studiem kůže delfínů. Při svém výzkumu zjistil, že kůže delfína má speciální

strukturu, která delfínovi umožňuje pohlcovat část energie turbulentního proudění a při plavání tak výrazně snížit odpor protisměrně proudící vody. Po důkladných studiích přikročil Kramer v roce 1956 k praktickým pokusům se speciálními potahy na ponorky a dosahoval s nimi až padesátiprocentního snížení třetího odporu. Jeho práce je významná především tím, že usiloval o aplikaci principu a ne o vytvoření přesné kopie kůže delfína. Bylo mu totiž jasné, že plně kopírovat stavbu kůže delfína nelze a že je nutné využít především principu, který příroda nabízí. Zrodila se tak hlavní koncepce bioniky - studiem živé přírody nacházet vhodná principiální řešení a na jejich základě vytvořit vhodné technické zařízení.

Definitivně se bionika zařadila do systému věd díky neúnavné práci vědců z Aeronautical Systems Division vedených Johnem Keto. Tito vědci společně s několika dalšími uspořádali v roce 1956 první výše zmiňovanou vědeckou konferenci zaměřenou na zhodnocení možností využití biologických poznatků v technické praxi a již v roce 1957 byly pak vytyčeny hlavní výzkumné cíle nového vědního oboru a byly určeny způsoby práce v této nové vědní disciplíně. V roce 1960 pak dochází na prvním bionickém sympoziu za účasti více než 700 delegátů k oficiálnímu zrodu bioniky. [4]

3 BIONIKA

Hlavní náplní bioniky je vytvořit velmi úzkou vzájemnou vazbu mezi biologií a technikou s přirozenou vazbou na další hraniční obory biologie. Tato vzájemná vazba umožňuje jednak pomocí biologie a jí příbuzných vědních oborů rozvoj v technických vědách, ale také využitím inženýrských metod a postupů pokrok ve vědách biologických. Bionika má tedy umožňovat především úzký vzájemný kontakt při poznávání zákonitostí živé a neživé přírody a zajistit oboustranně výhodné využití výsledků tohoto výzkumu.

3.1 DEFINICE

Bionika zkoumá principy živé přírody a jejich využití při řešení technických problémů.

3.2 INSPIRACE PŘÍRODOU V RŮZNÝCH ODVĚTVÁCH

Bionika se soustřeďuje především na studium živých struktur a procesů probíhajících v těchto strukturách, jako na podněty pro budoucí technické aplikace. Takto získané poznatky systematicky shromažďuje a využívá je v průmyslové výrobě buď formou nových výrobních procesů nebo přímo formou nových konkrétních výrobků. Zde jsou příklady.

3.2.1 Termitiště

Termiti mají v přírodě velmi pozitivní, i negativní vliv. Nadzemní termitiště, která se často vyskytují velmi hustě (viz obr. 3), mohou obsahovat až 60 tun půdního materiálu na hektar.



Obr. 3. Naleziště termitišť [7],



Obr. 4. Otevřené termitiště [97]

Může zde být regulována teplota a vlhkost. Stavební techniky a architektura se obvykle skládá z komplikovaného systému chodbiček, kterými se termiti pohybují. Tímto způsobem stavění se inspirojí nejen stavitelé mrakodrapů, ale i výrobci inteligentních textilií X-bionic. [7]

X-Bionic – Second Climate Layer

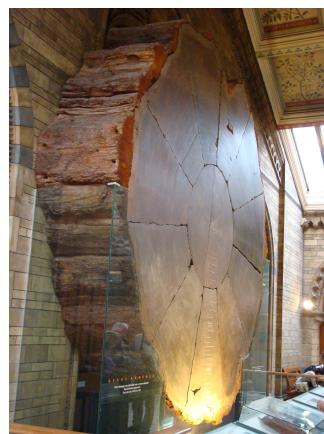
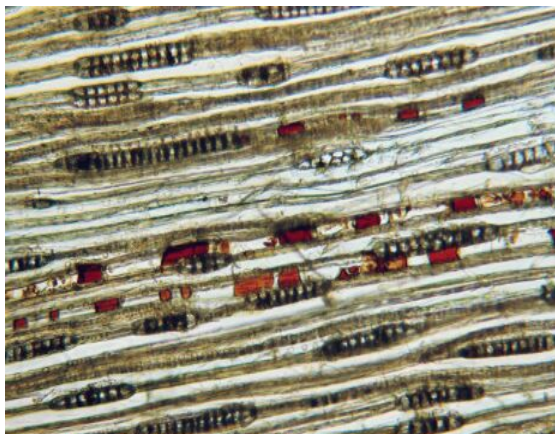
Druhá tepelná vrstva řady X-Bionic – Second Climate Layer, která stejně jako ostatní produkty značky čerpá z přírodních poznatků, představuje systém zachování teplotní rovnováhy vašeho těla v chladném období. Značka se inspirovala systémem

chodbiček a tunelů, které budují termity v termitišti (obr. 4). Jejich obydlí s porézní strukturou představuje dokonalý termoregulační systém. [62]

3.2.2 Sekvoje

Sekvoj obrovská je největší rostlina na Zemi. Bývá vysoká přes 100 metrů, její kmen může mít ve výšce asi jeden metr nad zemí průměr 11 metrů. Kůra silná 60 cm má houbovitou vláknitou strukturu, takže je ohnivzdorná téměř jako azbest. Strom dosahuje stáří přes 3 000 let a nikdy nepřestává růst.

Semínka ze šišek jsou menší než špendlíková hlavička a jejich využití je velkou revolucí v kosmetickém využití pro krémy pro obnovu pleti. Samotnou strukturou sekvojového dřeva (obr. 5) se nechali inspirovat výrobci golfových holí. Zjistili, že tato struktura umožňuje velkou pružnost, ale hlavně pevnost, která je pro tento účel sport žádoucí. [8]

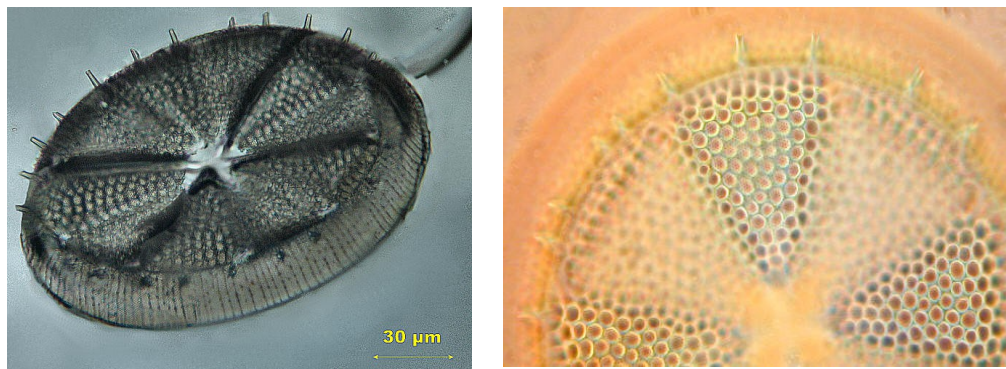


Obr. 5. Struktura sekvojového dřeva [9],

Obr. 6. Sekvoj obrovská; Natural and History museum London, vlastní zdroj

3.2.3 Řasy a ráfky kol

Na ráfky automobilových a cyklistických kol jsou kladeny vysoké nároky. Ráfky musejí zůstat stabilní a bez deformací i při vysokých rychlostech a intenzivních nárazech na kola, ale přitom nesmějí být příliš tuhé, což je zase důležité z hlediska toho, aby se příliš nezahřívaly, a z hlediska setrvačnosti.



Obr. 7. Actinopterygion [10] [11]

Zde si konstruktéři ráfků vzali příklad z řasy Actinopterygion (obr. 7, 8), které jsou ploché podobně jako kola automobilů a přitom mají vzdušnou strukturu. Konstrukteři zaujalo i to, že řasy mají radiální vyztužení, které je velice houževnaté a snese vysokou zátěž. [1]



Obr. 8. Kolo inspirované řasou Actinopterygion [12]

3.2.4 Kočičí tlapka a pneumatika

Continental jako první firma vyrábějící pneumatiky začala do svých výrobků přenášet poznatky z přírody. Pro vytvoření bionického profilu pneumatiky – BIONIC CONTOUR (obr. 9) – bylo inspirací chování kočkovitých šelem, které při lovu zvěře musí v krátkém časovém úseku vyvinout velikou rychlost, prudce měnit směr a razantně brzdit.



Obr. 9. Pneumatika Continental inspirovaná kočičí tlapkou [13]

Během chůze se pomocí hmatových senzorů přenáší do mozku údaje o povrchu, především o teplotě a sklonu. Díky tomu může kočka přizpůsobit pohyb aktuální situaci. Kočičí tlapky také zaznamenávají chvění země mnohem dříve než lidé.

Při studiu tlapek těchto zvířat byly zjištěny zajímavé vztahy ve velikosti otisku stopy při normálním běhu a dopadu při skoku na zem. Získané vztahy byly následně aplikovány do konstrukce pláště. Takový profil pneumatiky při normální jízdě zajistí prakticky stejnou šířku stopy pneumatiky jako u ostatních pneumatik, ale při brzdění se šíře zvětší až o 10mm, takže se i zvýší přenos brzdných sil na vozovku. [13]

3.2.5 Stehenní kost

Eiffelova věž je považována za zázrak techniky, ale událost, která vedla k jeho designu se konala 40 let před jeho stavbou. Jednalo se o studium v Curychu zaměřené na odhalení "anatomické struktury stehenní kosti" (obr. 10).

Na začátku r. 1850 anatom Hermann von Meyer studoval části stehenní kosti, která vchází do kyčelního kloubu. Hlava stehenní kosti se rozšiřuje do stran a v podstatě nese váhu celého těla. Von Meyer zjistil, že vnitřek stehenní kosti je ve svislé poloze schopen odolávat hmotnosti jedné tuny, protože je tvořen mřížovitou strukturou, známou jako trámce.

Stehenní kost a její struktura byla inspirací pro stavbu Eiffelovy věže (detail na obr. 11). Díky této konstrukci je věž schopná odolávat ohýbání a nárazům větru. Tato mřížovitá struktura se stala jedním ze základních prvků ve stavebních technikách dnes díky své pevnosti a pružnosti. [14]



Obr. 10. Struktura stehenní kosti [14]

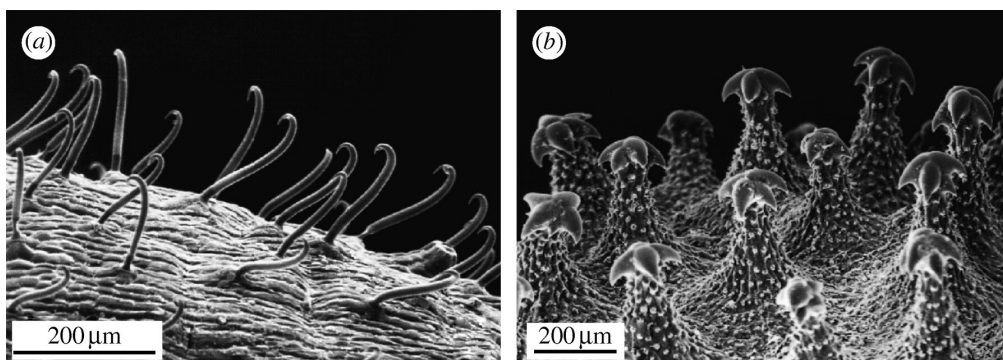


Obr. 11. Eiffelova věž [14]

4 BIONIKA V TEXTILNÍM A ODĚVNÍM PRŮMYSLU

Mnoho revolučních vynálezů použitých pro textilní a oděvní průmysl vychází ze systémů v přírodě. Jsou všeobecně známé, ale o jejich základu se příliš nemluví.

4.1 Rostliny nebo plody rostlin s háčky na povrchu



Obr. 12. povrch pnoucí fazole s háčky [15]

Obr. 13. chlupy Užanky lékařské (*Cynoglossum officinale*) jsou charakterizovány háčky směřujícími do různých stran [15]

Mnoho rostlin má na svém povrchu chlupy, známé také jako trichomy (kvetoucí rostliny, jehličnany, mechy).

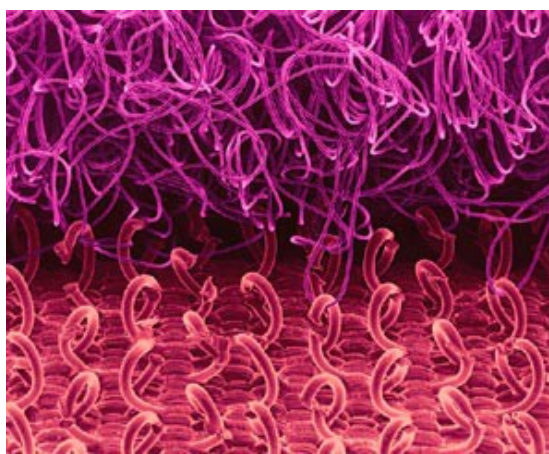
Některé chlupy vytváří na svém konci háčky, které umožňují např. pnutí pnoucích rostlin do výšky (obr. 12). Pro oděvní průmysl měl objev háčků u rostlin zásadní význam. Např. semeník lopuchu plstnatého či většího dal základ k vzniku dnešního suchého zipu (obr. 15). [15]

Velcro – suchý zip

Plody lopuchu se skládají z háčků (viz obr. 14). Pomocí nich se velmi lehce zachytí na textilií. V roce 1948 švýcarský inženýr George de Mestral objevil, že jejich povrch tvoří konstrukci háčku a smyčky, která se okamžitě přichytí a může být odstraněna lehkou silou. Toto vedlo k vynálezu suchého zipu zvaného Velcro (1955, obr. 15). Jedná se o textilií, jejíž jedna strana má tuhé háčky a druhá má smyčky. Slovo Velcro je odvozeno od francouzského „velour“ (samet) a „crochet“ (háček). [15]



Obr. 14. Plod lopuchu většího [16]



Obr. 15. Suchý zip - velcro [30]

4.2 Gekon a jeho přilnavé tlapky

Tajemství toho, že se gekon dokáže udržet i na povrchu hladkém jako sklo, spočívá v mikroskopických vláscích, kterými má pokrytou spodní stranu prstů (obr. 16).

Gekon se udrží na zdi ne proto, že by měl lepidlá chodila, ale proto, že využívá nepatrné molekulární síly. Molekuly jeho prstů a molekuly povrchu, po němž leze, se k sobě vážou díky velmi slabým přitažlivým silám, kterým se říká van der Waalsovy síly. Za normálních okolností jsou tyto síly snadno překonány zemskou přitažlivostí. Drobné vlásky na gekoních prstech však zvětšují plochu, která je v kontaktu se zdí. Van der Waalsovy síly znásobené tisíci vláskami pak snadno dokáží udržet nepatrnou váhu gekoního těla.

Syntetické materiály napodobující spodní stranu gekoních prstů mohou být využity jako alternativa suchých zipů, které ostatně také fungují na principech pozorovaných v přírodě, nebo při záměru vytvořit přilnavý materiál bez použití lepidla. [28]



Obr. 16. Mikroskopické snímky struktury gekoních tlapek [27]

RUDOLF Gecko-coating

Gecko-coating neboli povlak je výrobkem společnosti RUDOLF GROUP. Úkolem je zlepšit adhezi k hladkým povrchům bez použití lepících systémů, což je důležitým úkolem pro mnoho textilních materiálů. Gecko povlaky s nesčetnými lepicími body vytvářejí sílu, která výrazně převyšuje vlastní hmotnost hotového vzorku látky.

Oblasti použití gecko povlaků

- Tepelné izolace
- Kryty oken před slunečním zářením, ledem a sněhem
- Ochrana před sluncem u skleněných fasád

- Rychlé izolace všech typů
- Reklamní tabule
-

Vlastnosti gecko povlaků v textilním průmyslu

- vysoká přilnavost ke všem hladkým povrchům
- lehce odstranitelné
- lehce čistitelné, trvanlivost lepicí části je rychle obnovitelná opláchnutím vodou
- vysoce teplo-odolné
- flexibilní v chladu, jsou rezistentní až do -30°C [71, 72]

4.3 Borové šišky

Když šiška vysychá, vnitřní část šupin se zvětšuje více než vnější, a tak se šupiny více oddalují od jádra šišky, ohýbají se směrem ven a semeno, které je za šupinami ukryto, může vypadnout (obr. 17, 18).



Obr. 17. Zavřená borová šiška [17]



Obr. 18. Otevřená borová šiška [17]

Když si vědci prohlíželi šišky pro inspiraci, tento mechanismus obrátili. Jako bychom vystříhli v oděvu jakési klapky, a jak tkanivo absorbuje vodu z potu, klapky se pomalu ohýbají a zaklapávají. Takový oděv je pak pokrytý malými klapkami - jedna má cca 1/200/milimetru. Když je venku příliš horko, automaticky se klapky otevrou a

oblečení je velmi vzdušné a lehké. Jakmile se venku ochladí, klapky se uzavřou a z lehkého oblečku se stane teplý. [17]

Některé části našeho oblečení mají původ v rostlinné či živočišné říši. Vlna, hedvábí, bavlna, to vše nás hřeje různou intenzitou, když je třeba. Vědci ale myslí už i na to, jak se v oděvu nepřehřát. Inspiraci tentokrát nacházejí u jehličnatých stromů.

Britští výzkumníci vyvinuli novou tkaninu, o které prohlašují, že se automaticky přizpůsobuje měnícím se tělesným teplotám svého nositele. Může tedy ochlazovat. Design je založený na mechanismu používaném borovými šiškami shazujícími semena. Tento oděv byl vyvinut v Anglii v Bath's Centre for Biomimetics původně pro britskou armádu.

Když je člověku horko, začne se potit. Tím běžné oděvy zvlhnou a začnou po čase studit. Vědci se rozhodli potu rovnou zbavit. Nechali se inspirovat systémem borových šišek, kdy změna vlhkosti přivodí změnu ve tvaru.

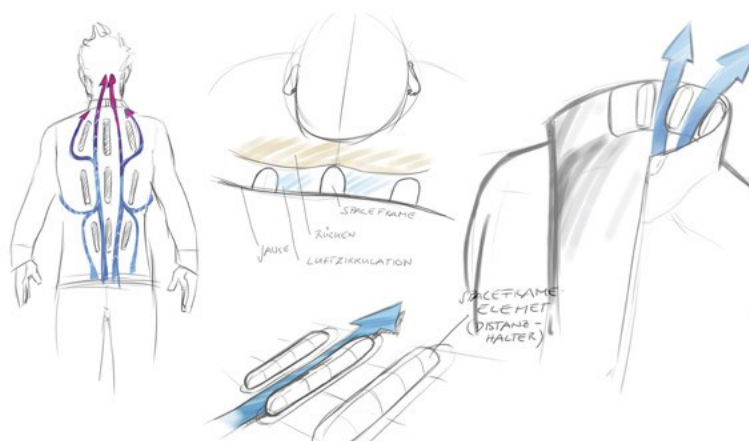
Obr. 19. Tak by mohla vypadat bunda inspirovaná principem borových šišek. Zdroj: University of Bath. [32]

Tento materiál je schopen určit, ve kterých oblastech je člověk příliš horký, kde se potí, a sám v těchto místech otevře větrací průduchy. Druhá vrstva oděvu je vodonepropustná, takže nedovolí vnější vlhkosti (například dešti) proniknout ke kůži. Takové teplosenzitivní tkanivo je možné vyrobit z několika druhů plastů a polymerů. Nový materiál je zatím ve vývoji a mohl by mít široké uplatnění, od venkovního užití (deštníky, stany) až po užití v oblečení, outdoorové bundy a klobouky. Kromě toho s novým oblečením lze předcházet mokrým flekům v podpaží. [31, 32]

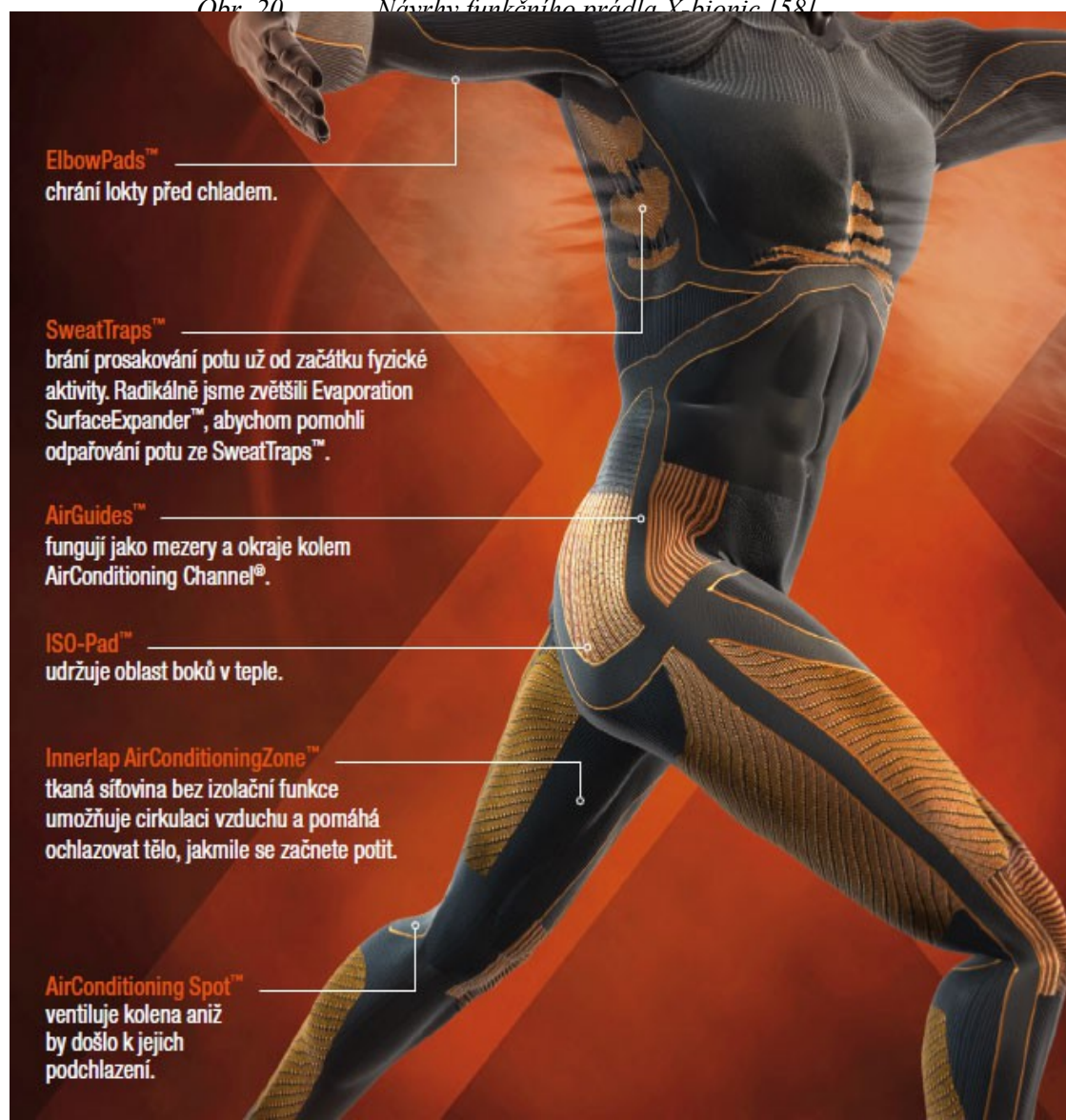


X-Bionic

Jedním z revolučních nápadů technologického vývoje sportovního prádla je X-bionic. Na rozdíl od konkurenčních značek se X-Bionic® nesnaží pouze o odvod vlhkosti a s tím související nepřírozeně suchou pokožku, ale vhodným způsobem podporuje vlastní termoregulaci povrchu těla tak, aby si udrželo svou optimální povrchovou teplotu bez ohledu na okolní klima. Technologie tohoto výrobce napodobuje systém borové šišky a stavbu termitů v přírodě. [57]



Obr. 20 Návrhy funkčního prádla X-bionic [58]



ElbowPads™
chrání lokty před chladem.

SweatTraps™
brání prosakování potu už od začátku fyzické aktivity. Radikálně jsme zvětšili Evaporation SurfaceExpander™, abychom pomohli odpařování potu ze SweatTraps™.

AirGuides™
fungují jako mezery a okraje kolem AirConditioning Channel®.

ISO-Pad™
udržuje oblast boků v teple.

Innerlap AirConditioningZone™
tkaná síťovina bez izolační funkce umožňuje cirkulaci vzduchu a pomáhá ochlazovat tělo, jakmile se začnete potit.

AirConditioning Spot™
ventiluje kolena aniž by došlo k jejich podchlazení.

Obr. 21. Popis funkčnosti prádla X-bionic [59]

Výrobce uvádí tři klíčové technologie.

- Pod názvem 37°C CCR se skrývá snaha o udržení tělesné teploty chlazením i ohříváním podle vnějších podmínek. Při této teplotě podává náš organismus optimální výkon. Díky unikátním materiálům a systému kanálků (obr. 20) je prádlo X-Bionic schopno tuto teplotu udržovat déle než jakékoli jiné funkční prádlo. [60]
- 3D Bionic - Sphere jsou textilní mřížky všité na místa, kde se lidé nejvíce potí.
- Skin Nodor je syntetická příze s antibakteriální úpravou, která snižuje zápach těla během sportovního výkonu. [61]

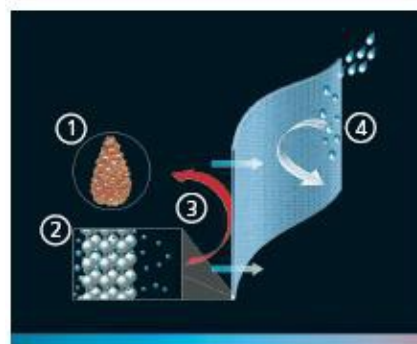
TECHNICKÉ SLOŽENÍ 56% Macroterms® 36% SkinNODOR® 6% Polyamide 2% Elastane MATERIÁL 89% Polyamide 11% Elastane

Schoeller c_change™

Mimořádnou pozornost si vydobyla firma Schoeller uvedením membrány c_change™ na trh. Tato membrána s proměnlivou polymerovou strukturou v závislosti na vnějších teplotních podmínkách významně zvýšila komfort, jaký membránové oblečení může nabídnout.



HORKO – VYSOKÁ AKTIVITA
V přírodě:
Šupinky šišky se otevírají
V membráně:
Struktura polymeru se otevírá a stává se extrémně prodyšný pro odvod par.
Přemíra tělesného tepla a vlhkosti může unikat do okolí.
Větru a voděodolné.



CHLAD - NEAKTIVITA
V přírodě:
Šupinky šišky jsou zavřené
V membráně:
Struktura polymeru se smršťuje a tím zajišťuje lepší izolaci.
Vysoký stupeň zadržení tepla a prodyšnost vytváří příjemné tělesné klima.
Větru a voděodolné.



Příroda již tento jev zná. Šupinky šišky se otevírají a zavírají s ohledem na rozdílné vlivy počasí.

Obr. 22. Membrána c_change™ inspirovaná borovou šiškou [74]

Díky zmíněné proměnlivosti se membrána "otevívá" při zvýšené okolní teplotě tak, aby oděv více "dýchal". Membránou c_change™ jsou vybaveny všechny tkaniny linie wb-formula a řada voděodolných tkanin z linií dynatec, styletec, prestige, keprotec a works. Tato technologie napodobuje efekt borové šišky popsanou dřívě. [73, 74]

MMT textiles

MMT Textil Limited byla založena v lednu 2009. Společnost je držitelem patentu a práv duševního vlastnictví na inovativní technologie inspirované přirozenou reakcí šišky na vlhkost v klimatu.

Propustnost vzduchu u pletených, tkaných nebo netkaných textilních struktur pomocí MMT technologie se mění podle úrovně relativní vlhkosti v mikro-klimatu. Struktura tkaniny se otevře, když je vlhko a zavírá, když je sucho.

Efekt borové šišky je technologie speciálně navržena tak, aby řešila pocity nepohodlí, které způsobuje hromadění vlhkosti v mikroklimatu oblečení zvláště při cestování v městském prostředí. Metropolitní prostředí je plné dopravních prostředků s četnými nad i podzemními sítěmi, z nichž každá má specifickou teplotu, vlhkost a úroveň aktivity. Je nemožné předvídat všechny eventuality a následně určit přesný druh oblečení pro zajištění pohodlí.

Soupravy oblečení jsou v současné době používány pro řízení fyziologického komfortu. Izolace a ventilace oblečení jsou upraveny ručně buď přidáváním nebo odebíráním vrstev oblečení, kompresí/rozšířením částí oděvů a otevřením/zavřením větracích otvorů. Tato metoda je však ohrožena faktory, jako je nedostatek schopnosti nositele odhalit a reagovat na pocity nastupujícího nepohodlí.

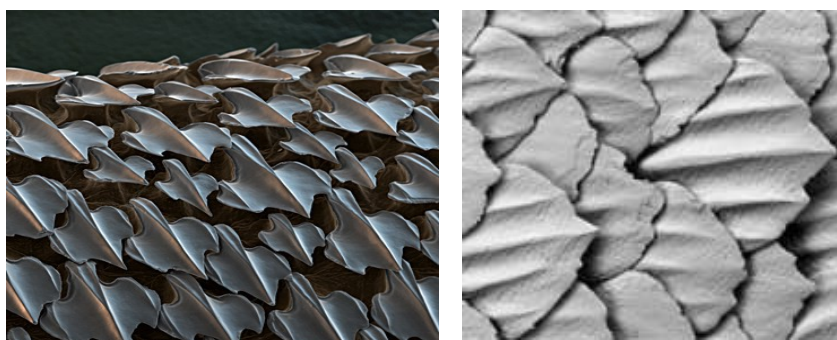
Aktuální inteligentní systémy se spoléhají na teplotu jako podnět k ovládnutí, ale výzkum ukázal, že právě vlhkost je ideální spoušť. Studie vlhkosti vyvolané změnou tvaru v botanické struktuře (tj. u borové šišky) inspiroval designéry k vytvoření textilu schopného přizpůsobit svoji prodyšnost změně vlhkosti.

Konvenční vlákna se zvětší, když absorbují vlhkost. To způsobí snížení pórovitosti textilní struktury. V MMT vyvinuli textilií, která funguje opačným způsobem. Jakmile absorbuje vlhkost textilie se stává porézní a za sucha se struktura uzavírá jako borové šišky, snižuje propustnost vzduchu a zvyšuje izolační vlastnosti. [76]

4.4 Žraločí kůže

Mnoho vodních živočichů se dokáže pohybovat ve vodě vysokou rychlostí s nízkým vstupem energie. Odpor je hlavní překážkou pohybu a příroda ví, že je nutné jej maximálně eliminovat. I žralok se pohybuje vodou vysokou rychlostí. Díky svojí struktuře jejich kůže odvádí 5-10% odporu a navíc funguje jako samo-čištění ektoparazitů z povrchu. Miniaturní zoubky na povrchu kůže žraloka, zvané dermální dentikly, jsou podélně drážkované (orientovány paralelně k místnímu směru průtoku vody) a vedou k velmi efektivnímu pohybu ve vodě. Šupiny jsou přítomny téměř na většině části těla. Nejčastěji jsou tvaru V, zhruba 200–500 μm vysoké a pravidelně rozmístěné (100–300 μm).

Vzhledem k relativně vysokému Reynoldsovu číslu při plavání žraloka dochází k turbulentnímu proudění. Odpor kůže není ovlivněn drsností povrchu. Podélná šupinatost na povrchu má za následek nižší hranici smykového napětí, než hladký povrch. Umožňuje mnohem efektivnější pohyb ve vodě, než povrch bez struktury.

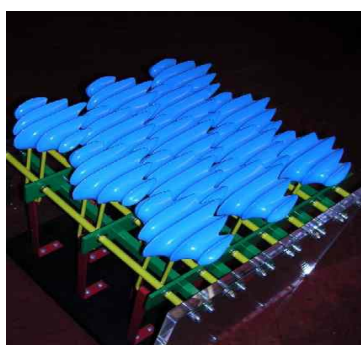


Obr. 23. Struktura žraločí kůže [18]

Kromě snížení povrchového odporu žraločí kůže zabraňuje mořským živočichům schopnosti se přichytit. Není to dáno tzv. lotus efektem, ale kůže žraloka je naopak hydrofilní a smáčivá. Aby byl povrch kůže čistý, (1) zrychlený vodní tok na

povrchu žraloka snižuje kontaktní čas škodlivých organismů, (2) zhrublá nanotextura kůže snižuje disponibilní plochy pro lepení organismů, a (3) dermální dentikly se samy neustále přeskupují a protahují v reakci na změny ve vnitřním i vnějším tlaku, jak se žralok pohybuje vodou, čímž tvoří 'pohyblivý cíl' pro škodlivé organismy.

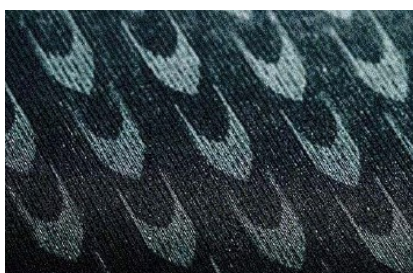
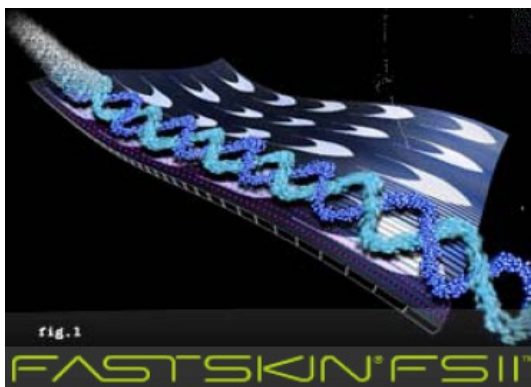
Výrobci lodí a letadel se snaží napodobit žraločí kůži (obr. 24) pro snížení brzdného tření a minimalizaci uchycení organismů na jejich těle. Tohoto systému bylo v technické praxi použito např. při opláštění letounu Airbus, a díky tomu se podařilo snížit hmotnost konstrukce letounu o 4 tuny, co se následně projevuje samozřejmě i na úspoře leteckého benzínu. [15, 18]



Obr. 24. *Imitace žraločí kůže [18]*

Speedo Fastskin

Společnost Speedo v r. 2006 vytvořila plavky pro elitní plavání, kombinézu na celé tělo s názvem Fastskin (obr. 25).

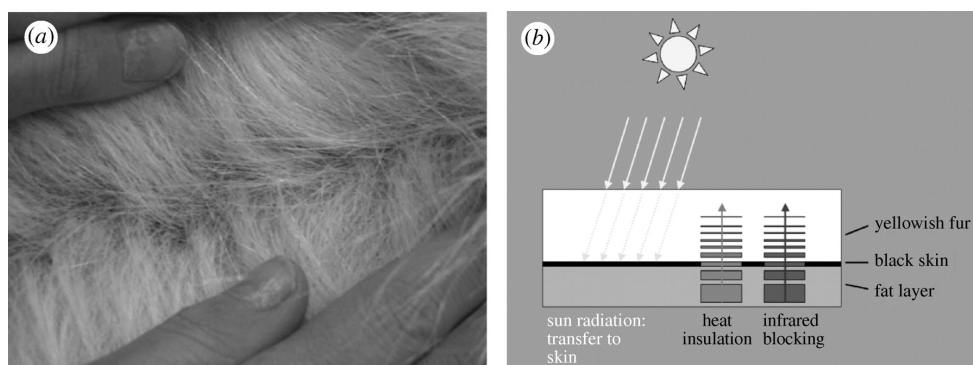


Obr. 25. *Textilie Fastskin od společnosti Speedo inspirovaná strukturou žraločí kůže [33]*

Oblek je vyroben z polyuretanové tkaniny s texturou žraločích šupin. V roce 2008 při letních olympijských hrách měly dvě třetiny plavců na sobě plavky Speedo. Bylo překonáno velké množství světových rekordů.

4.5 Medvědí srst

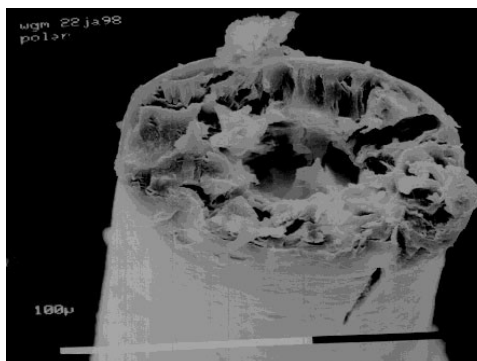
Lední medvědi musí přežít v arktických zimách až do -50°C . Díky černé kůži a transparentní srsti lední medvěd dokáže zachytit sluneční záření, jak je možno vidět na obr. 26, 27.



Obr. 26. *Transparentní srst a černá kůže ledního medvěda [15]*

Obr. 27. *Schéma solární termální funkce kůže ledních medvědů [15]*

Srst se skládá z husté podsady a delších krycích chlupů - pesíků, které tvoří vodotěsnou vrstvu, takže ani při plavání v ledové vodě se vlastní kůže nikdy nenamočí. Duté chlupy v srsti, spolu s podkožním tukem, poskytují vysokou tepelnou izolaci. [15] [19]



Dutá vlákna

Pro využití v textilním průmyslu se vědci nechali inspirovat chlupy ledních medvědů, které jsou uvnitř duté, jak lze vidět na obr. 28. Tak vzniklo dnes již dobře známe duté vlákno. Čím více tepla od peřiny očekáváme, tím více kanálků by mělo zvolené duté vlákno obsahovat. [34]

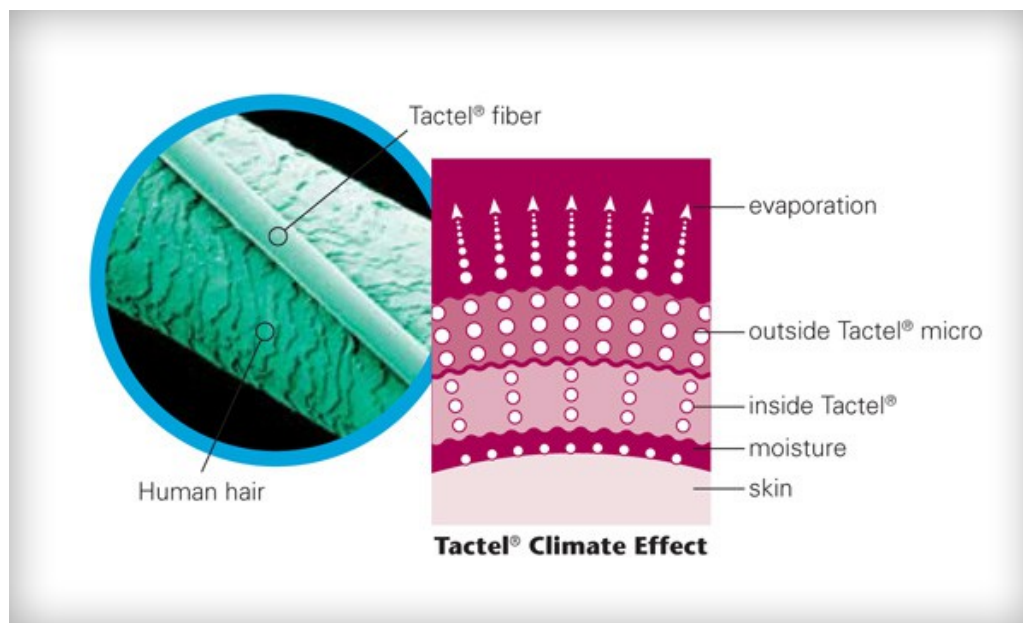
Tactel®

Mikrovláknový materiál firmy Du Pont tvořený jemnými profilovanými vlákny vyniká vysokými užitnými vlastnostmi jako jsou :

- Vysoká pevnost při nízké hmotnosti
- Výborná prodyšnost a současně vysoká odolnost proti působení větru
- Částečná odolnost proti vlhkosti (materiál je vysoce hydrofobní)

Pro tyto vlastnosti se tento materiál používá k výrobě široké škály textilních výrobků. Firma Condor používá tkaniny Tactel® jako vysoce kvalitní vrchní vrstvy spacích pytlů, zimních bund a ultralehkých větrovek.

Mikrovlákno Tactel® se vyznačuje originálním profilem vláken. Jednotlivá vlákna jsou třícípého hvězdicového profilu a proto svazky těchto vláken - příze použité při výrobě úpletů a tkanin do sebe velmi dobře zapadají a zvyšují kompaktnost vrstvy tkaniny. Těsným spojením vláken vzniká v tkanině složitá labyrintová struktura, která zvyšuje odolnost proti účinkům větru v porovnání s klasickými vlákny kruhového profilu a současně je zachována prodyšnost tkaniny. Navíc jsou vlákna impregnována teflonem a tím má tkanina i částečnou odolnost proti vodě, např. proti rose, mlze nebo drobnému mženi.

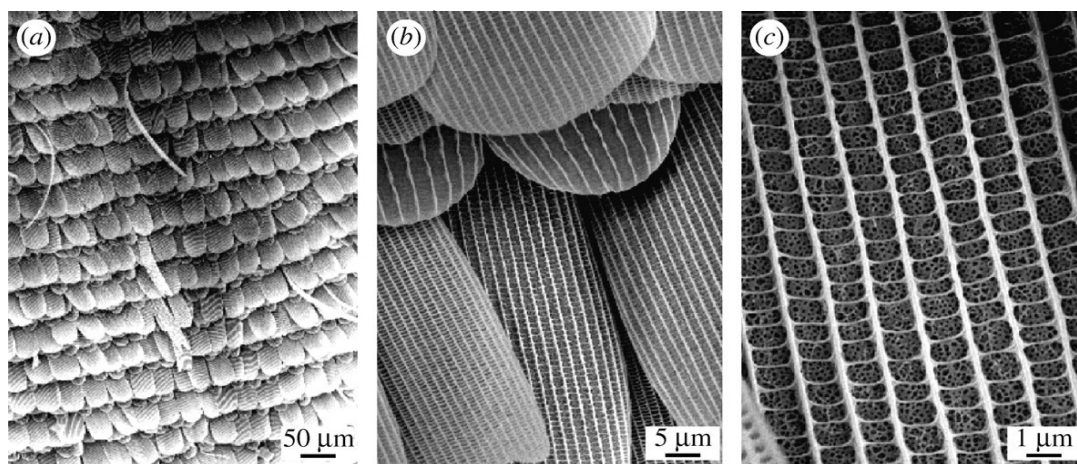


Obr. 29. Duté vlákno Tactel, podélný mikroskopický pohled srovnaný s lidským vlasem a schéma funkce [101]

Odolnost proti dešti je nižší vzhledem k vyšší kinetické energii dopadajících kapek, které spolehlivě vzdorují až materiály s odolností přes 2 metry vodního sloupce. Životnost teflonové impregnace je velmi dobrá, neboť vzdoruje potu i pracím prostředkům. Ovšem po praní je potřeba výrobky důkladně vymáchat, aby v tkanině nezůstaly žádné zbytky pracích prostředků. Prací prostředky působí snižováním povrchového napětí vody jako smáčedlo a tím by impregnace ztratila na účinnosti. K pomalému snižování účinnosti impregnace dochází pouze jejím mechanickým opotřebením. [100]

4.6 Motýl *Morpho Peleides*

Mnoho hmyzu, jako jsou motýli, využívá strukturální zbarvení pomocí šupinek. Šupinky na křídlech mají hierarchickou strukturu různých délek. Díky tomu jsou barvy červená a žlutá na křídlech vytvářeny barevnými pigmenty, modré a zelené odstíny jsou



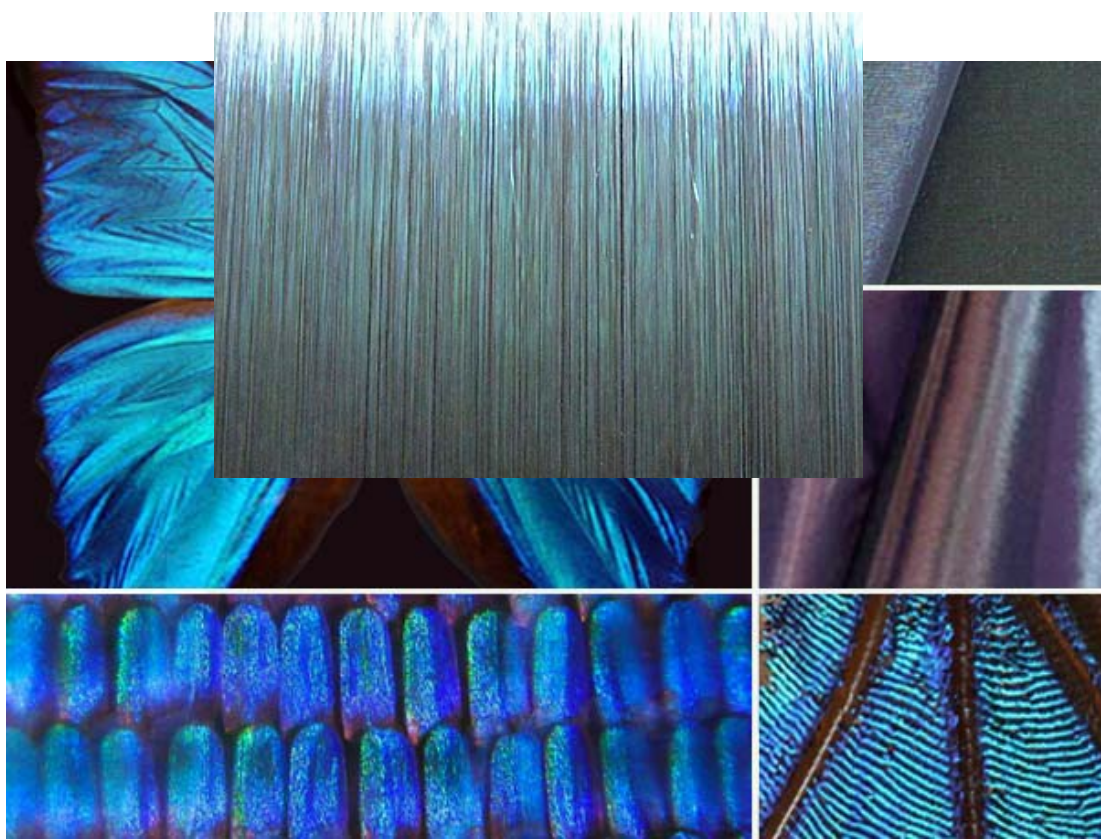
Obr. 30. Obrázky z Icarus Polyommatus (Modrásek jehlicový) motýlích křídel při různých zvětšeních, které prokazují, že jsou složeny z tisíců šupinek s komplexními hierarchickými strukturami [15]

Některý hmyz používá mechanismus nazvaný hrou barev, využívající komplex vícevrstvé struktury pro optické prolínání barev. Takové struktury dokáží vyrobit složité optické efekty, včetně míchání barev a rozšíření úhlu odrazů (obr.30).

Pro textilní průmysl je velmi důležitý vývoj textilie nazvané Morphotex (obr. 31), která svoji strukturou a vazbou připomíná namodralá křídla motýla Morpho Peleides (obr. 32).

Teijin Fibers Morphotex

Motýli Morpho Peleides (Morfo mnohooký) jsou jedním z největších inspirací pro mnohé oblasti průmyslu. Drážky na jejich křídlech jsou vytvořeny z mnoha vrstev proteinů, které lámou světlo v různých směrech. Barva, kterou vidíme, je často způsobena výhradně hrou světla a strukturou, spíše než přítomností pigmentů.



Obr. 32. Motýl Morpho Peleides a textilie Morphotex [48]

Teijin Fibers Limited v Japonsku vyvinula vlákna Morphotex®, u kterých nejsou použita žádná barviva nebo pigmenty. Barva je vytvořena na základě různé tloušťky a struktury vláken. Tento způsob je revoluční už jen proto, že spotřeba energie a průmyslového odpadu se sníží, když není třeba použití barviva.

Mnoho druhů motýlů používá pro barevný efekt na svých křídlech světlo-reagujících struktur tak, že vytvoří nový model zbarvení s unikátními a cennými vlastnostmi. Drážky na struktuře křídla těchto druhů motýlů se skládají z transparentních nano-částic, pokrytých vrstvou chitinu a vzduchu. Spíše než by staticky absorbovaly a odrážely světlo určité vlnové délky jako to dělají pigmenty a barviva, selektivně ruší některé barvy přes vlnové interference a zároveň reflektují jiné, v závislosti na přesné struktuře a vzdálenosti mezi difrakčními vrstvami. [48]

Vláknem nazvané Morphotex je první vláknenný materiál, který vytváří barevné odlesky bez pigmentace. Společnost Teijin Fibers nabízí 120-tex/12-vláknennou přízi a 80-tex/20-vláknennou přízi pro oděvní aplikace. [49]



Obr. 33. Módní návrhářka Donna Sgro ze Sydney vyrobila šaty z příze Morphotex, které i přes chybějící barvu, vykazují třpytivě kobaltovou modř. Tyto šaty jsou momentálně vystaveny ve Vědeckém muzeu v Londýně. [51]

Teijin Fibers vytvořil tento jev pomocí nanotechnologie, kombinací celkem 61 polyesterových a nylonových vláken střídajících se ve vrstvách. Tím, že řídí tloušťku každé vrstvy v rozmezí 70 až 100 nanometrů, mohou produkovat čtyři základní barvy (červená, zelená, modrá a fialová; obr. 31). Ačkoliv se pro Morphotex nepoužívají žádná barviva nebo pigmenty, proces vytvoří duhové barvy v závislosti na intenzitě a úhlu světla díky této jedinečné struktuře vláken. [50]

4.7 Pavouk a jeho hedvábné vlákno

Pavouk vytváří pomocí různých proteinů hedvábné vlákno a zároveň na něm při jeho tvorbě visí. Má dostatečné zásoby surovin pro vytvoření pavučiny v rozpětí až 25 m délky o ploše 2,8 m². Vlákno je velmi silné a trvanlivé a je nerozpustné ve vodě. Tloušťka pavoučího vlákna je průměrně 0,15 μm. Nejtenčí známé pavoučí vlákno má jen 0,02 μm, ale má větší tažnost než ocel a snese protažení o 30 – 40 %, přičemž rekord je 20-ti násobek původní délky. [20]

Pavučina je odolná proti dešti, větru a slunečnímu záření. Pavoučí hedvábí je třikrát pevnější než ocel s pevností v tahu přibližně 1,2 GPa. Některá mají vysokou tuhost s modulem pružnosti přibližně 10 GPa, zatímco jiná jsou elastomerová s modulem přibližně 1 GPa a protažením v tahu na 200 %. Kombinace síly a tahu při tvoření vlákna mu vštěpuje houževnatost, která je větší než u kosti, Kevlaru a vysoko-pevnostní oceli. Proto se pro ně používá označení "bioocel". [15]

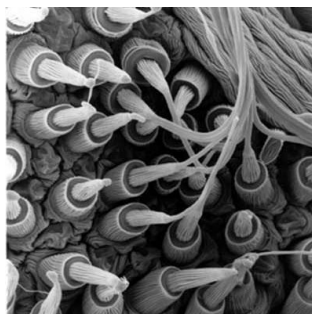


Obr. 34. Pavučina v mikro záběru [23]

Pavouk vlákno spřádá ve snovacích žlázách v tekuté formě (obr. 35). Jakmile opustí žlázy, je polymerizováno a na vzduchu tuhne na nerozpustnou pevnou látku. Na rozdíl od bource morušového pavouci produkují různé typy hedvábí, které jsou biologicky rozložitelné a mají vynikající mechanické charakteristiky. [22]

Imitace pavoučího hedvábí

Již od začátku 18. století probíhaly pokusy využít pavoučí vlákna na výrobu oděvů. Jedním z prvních, kdo se o to zasloužil byl Francouz Bon de Saint-Hilaire. Nechal pochyťat tisíce maličkých pavoučích samiček a zavřel je všechny společně do uzavřeného prostoru. Samičky pavouků se však vyznačují kanibalismem, takže se pokus nevydařil.



Obr. 35. Mikroskopický snímek papil produkujících pavoučí hedvábí [36]

Před 110 lety na Madagaskaru P. Camboué dal pokyn domorodcům sbírat místní pavouky a jednotlivě je uzavíral do klíček. V klíčkách byli pevně přichyceni v úzké štěrbině, která je přidržovala mezi hlavohrudím a zadečkem. Za klíčkou byla umístěna cívka pro navíjení vlákna. Cívka se nepřetržitě otáčela a tím vznikala neustálý tah vlákna, který nutil pavouky, aby neustávali v jeho produkci. Takový jedinec se však brzy vyčerpal a musel být vystřídán dalším pavoukem. Cambouému se podařilo získat malé

množství kvalitních pavučinových vláken. K výrobě jednoho dámského kostýmu by bylo třeba přibližně 5400 pavouků. Výsledný výrobek by tak byl neuvěřitelně drahý.

Nexia Biotechnologies

V kanadské firmě Nexia Biotechnologies ve Vaudreuil Dorion izolovali geny pro tvorbu pavoučích vláken z druhu *Araneus diadematus* (křížák) a *Nephila clavipes*. Transgenním zvířátkem, kterému je předali a které bude produkovat pavoučí hedvábí je trpasličí koza západoafrická.

Izolované pavoučí geny se nejdříve získávají z pavoučího prášku - pavouci se zmrazí v tekutém dusíku a následně rozemelou, z prášku se vyextrahuje DNA. Správné geny pro tvorbu pavoučích vláken vědci přenesou do vajíček koz, která v laboratoři uměle oplodní. Po narození kůzlat z těchto vajíček mají všechny „pavučinový gen“ v každé své buňce (transgenní zvířata), ale pouze samice budou v mléku produkovat i látku totožnou s pavoučím hedvábím. Toto je zajištěno tím, že DNA se ještě modifikuje přidáním "genetického spínače", který aktivuje gen pouze tehdy, je-li přítomen v mléčné žláze.

Mléko se nejprve odstředí (aby se zbavilo tuku), potom se k mléku přidá sůl (z důvodu vysrážení proteinů pavoučího hedvábí). Ke dnu klesnou vysrážené proteiny. Směs se opět odstředí, mléko se scedí a k sedimentu se přidá voda. V dalším kroku se sediment rozpustí ve vodě a vznikne zlatavá emulze – pavučinový koncentrát, který je skoro totožný s tím, co má ve své žláze pavoučí samice.

Pavučinový koncentrát se vystřikuje pod tlakem tryskou. Odpařováním vody ze stříkaného koncentrátu, vzniká vlákno. Za hodinu se ho vytvoří asi sto metrů. Potom se průhledné a lesklé vlákno navíjí na cívku a zároveň se napíná na krajní mez pevnosti (tak to dělá i pavouk při snování sítě). Tím se vlákno nejen prodlužuje, ale současně se zvyšuje i jeho pevnost. Vzniklé vlákno bylo nazvané BioSteel (bioocel). Jádro vlákna je ze složek bohatých na alanin (zajišťuje pevnost) a složek bohatých na glycin (zajišťuje pružnost). Protože je však tvořeno jen jediným druhem bílkoviny, pevnost pavučiny zatím nemá. Mechanické vlastnosti pavučinových vláken totiž určuje především jejich struktura a chemické složení.

Výzkumníkům z univerzity Šinšu v Naganu se podařilo vstříknout pavoučí geny do housenky bource morušového, z jejíchž vláken se získává hedvábí, a získat tak

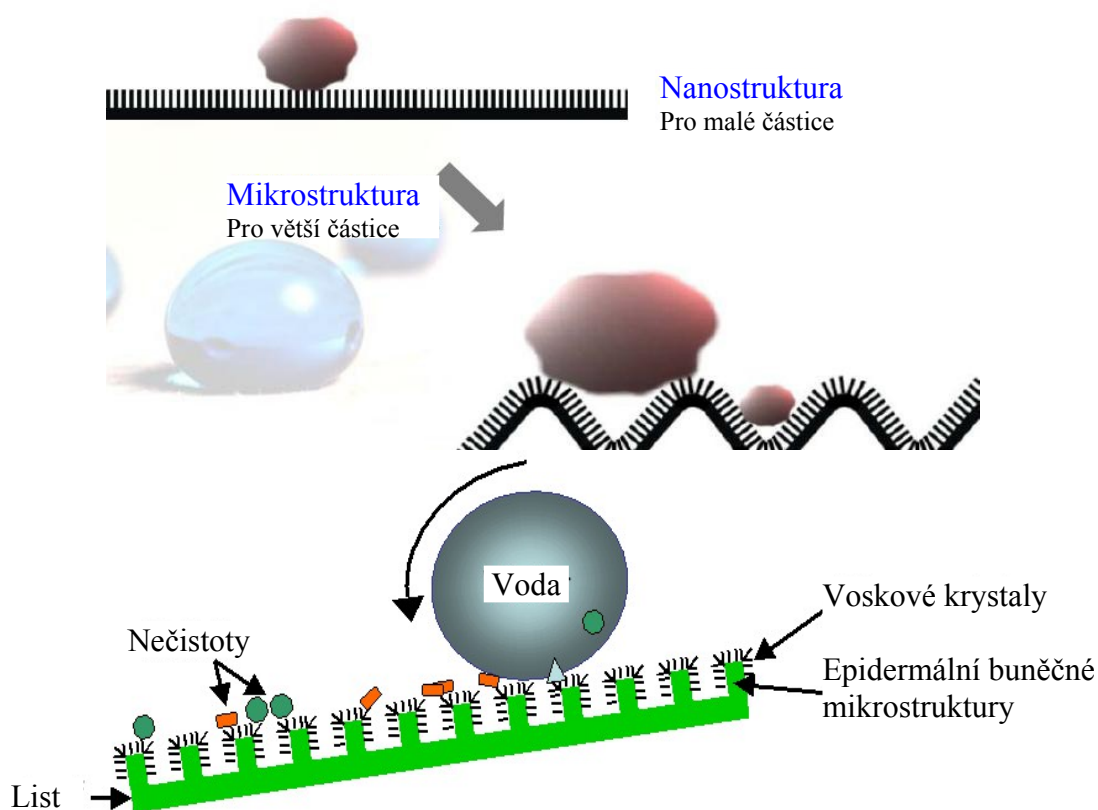
vlákno, které je pevnější, jemnější a odolnější než běžné hedvábí. Tenká a pevná pavučina vykazuje tytéž parametry odolnosti jako Kevlar, materiál z plastu, který se používá pro výrobu neprůstřelných vest. Její odolnost v poměru k tloušťce je dokonce vyšší než u ocelového lana. Tyto polymery by měly být také biodegradabilní. To znamená, že v okamžiku, kdy ochranný oděv přestane sloužit, jiná bakterie ho zpracuje na něco jiného, co bude zase použitelné.

Možnosti uplatnění, kromě náhrady nárazu-vzdorných materiálů, nabízejí vláknům tenisové rakety, rybářské vlasce a sítě. Na rozdíl od nylonových vlasců, které znečišťují pláže a ohrožují mořské ptáky, pavoučí vlákno se v přírodě časem samo rozloží. Vlákno lze též použít v mikrochirurgii k zašití ran po operacích.

Jediným podnikem, který v současnosti připravuje komerční využití vláken pro textilní průmysl, je firma Okamoto z centrálního Japonska, která chce okolo roku 2010 na trh uvést extra tenké a odolné "pavoučí" ponožky. [37, 38, 39, 40]

4.8 Lotus efekt

Mnohé povrchy v přírodě se jeví jako samočisticí a vodu-odpuzející. Nejznámějším příkladem tohoto jevu je tzv. Lotos-efekt. Jemné výstupky na listu lotosu s tenkou vrstvou vosku jsou uspořádány tak, že voda a nečistoty se nemohou udržet a sklouznou (obr. 37). [15, 21]



Obr. 37. Kapka vody na špičkách epidermálních výčnělků sbírá nečistoty, prach a drobný hmyz a roluje z listu pryč [25]

V posledních letech byly tyto struktury v průmyslu úspěšně aplikovány na povrchy stěn pomocí speciálních barev na fasádu nebo modifikací střešních tašek a dopravních značek. Uplatňování struktury Lotus efektu na textil není příliš efektivní, protože textilie nemají tvrdé nefunkční plochy. Pokud jsou tyto struktury vytvořeny pomocí měkké částice, jako jsou vosky, bude samo-čistící účinek těchto ploch ztracen po sebemenším mechanickém namáhání z důvodu opotřebení těchto struktur (např. v domácím praní).

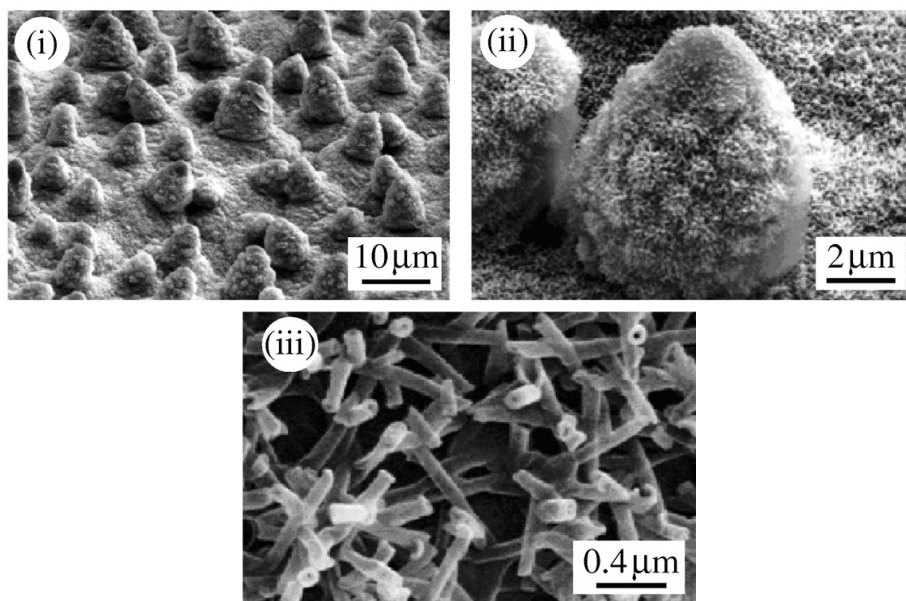
Textilie s imitací lotos efektu jsou nicméně na trhu, ale jsou obvykle upraveny konvenční technologií. Tzv. Lotos efekt se hojně napodobuje použitím impregnací různých druhů a značek. [26]

Samočistící textilie

Neobyčejná schopnost lotosu udržovat si čistotu prostřednictvím jemných struktur je velmi známá. Její samočistící účinky lze pozorovat na rostlinách, které rostou i v našich krajích, jako jsou třeba řeřicha, rákos nebo kontryhel žlutozelený. U všech jmenovaných dochází k tomu, že se drobné kapky vody kutálejí po listech dolů a berou s sebou malé částičky nečistot.

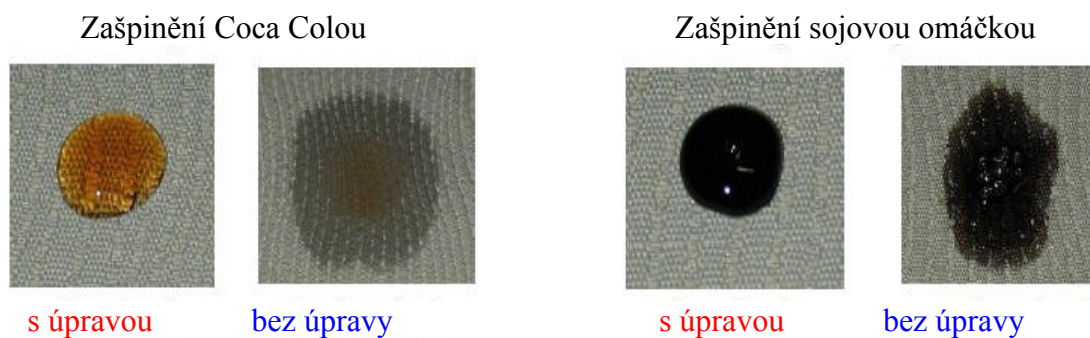
Vědci si z tohoto příkladu vzali ponaučení a uvědomili si, že nejefektivněji odpuzují vodu ty povrchy, které se vyznačují komplikovanou texturou několika desítek nanometrů (lotosový list obr. 38). Avšak tuto texturu se zatím nikomu nepodařilo aplikovat na textilií (viz výše Lotus-efekt). Vznikly ale různé nátěry a impregnace na bázi vosku, který lpí na povrchu listu lotosového květu. Tyto nátěry obsahují funkční

pigmenty, nanočástice a pojiva v tekutém médiu. Díky nim je možno Lotus-efekt napodobit.

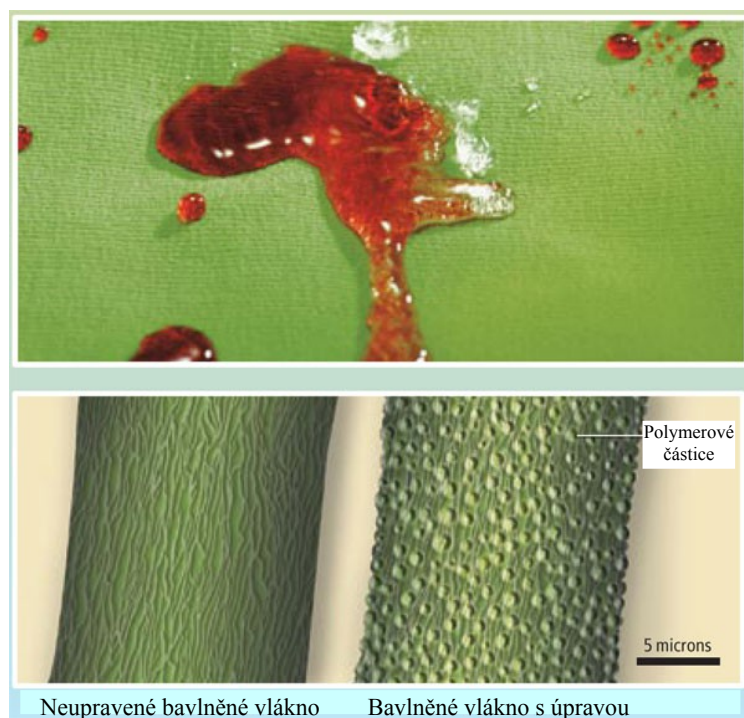


Obr. 38. Makroskopické snímky lotosového listu ve třech úrovních přiblížení [15]

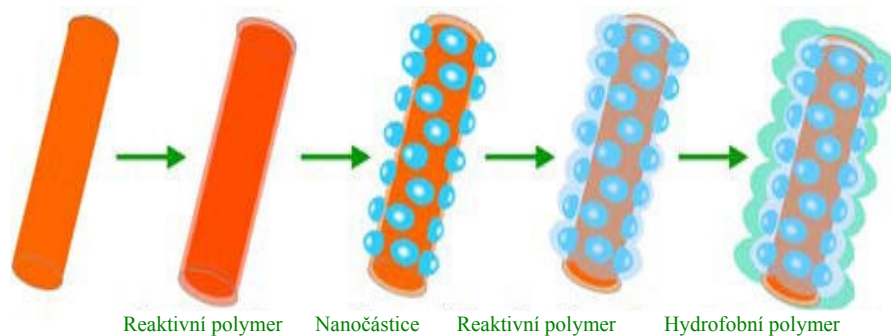
Stejnou funkci, kterou na povrchu listů lotosu zajišťují malinkaté papily, plní na takto ošetřených textiliích nesčetný počet částic o průměru méně než 100 nanometrů, které jsou zapuštěny do nosné matice. Díky této výstavbě dochází k tomu, že se do kontaktu s textilií dostávají pouhá dvě až tři procenta povrchu kapky. Tento kontakt se odehrává na samotné špičce papily, tudíž přilnavá síla, jež by za jiných okolností způsobila rozlití kapky po listě, zůstává též minimální. Namísto ní se tak uplatňuje pnutí na povrchu vody, kapka vytvoří kuličku a jednoduše se z povrchu skutálí. Tyto kapky vody s sebou vezmou i částice nečistot, které rovněž kvůli papilám nemají skoro žádný kontakt s povrchem listu nebo látkou a jejich povrch tak zůstává čistý. [24]



Obr. 39. Znečištění na textilií s úpravou impregnací na bázi vosku a bez úpravy [43]



Obr. 40. *Samočisticí (lotus) efekt; bavlněné vlákno před a po úpravě [42]*



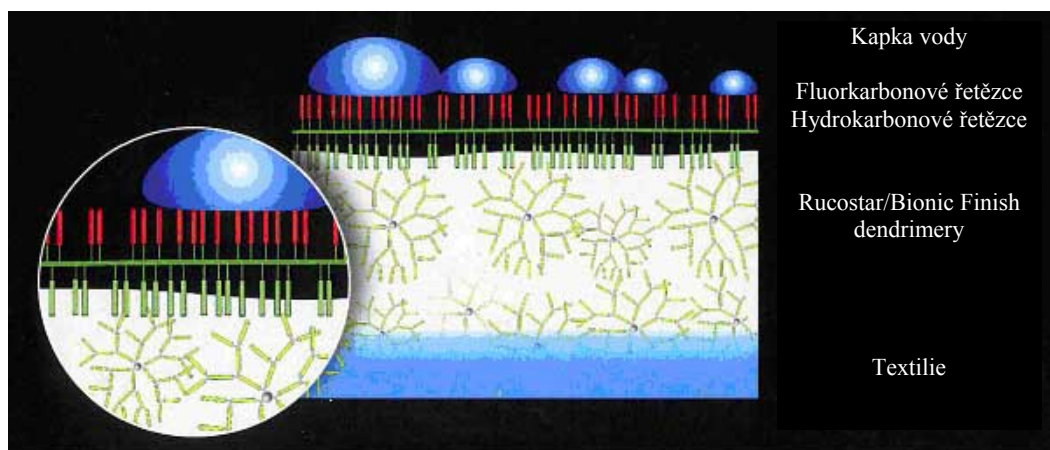
Obr. 41. *Schematické znázornění úpravy vlákna polymery [43]*

Doposud nejznámějšími výrobci těchto „pokročilých“ impregnací jsou společnosti BASF a Rudolf Group.

Rudolf BIONIC-FINISH®

Společnost je výrobcem textilních povrchových úprav k zajištění komfortu oděvního výrobku. Bionikou se inspičuje ve většině svých produktů, ať už se jedná o imitaci lotus efektu nebo přilnavosti gekonních tlapek.

Patentovaná úprava BIONIC-FINISH® je výsledkem intenzivního výzkumu, založeného na znalostech bioniky v oblasti samočisticích úprav s nově vyvinutou technologií dendrimerů (®RUCO-DRY (bez fluorkarbonu) a ®RUCOSTAR (obsahují fluorkarbon)).



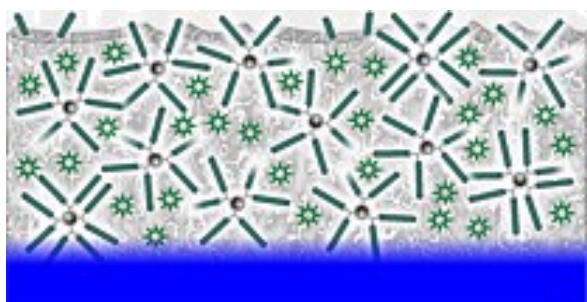
Obr. 42. ®RUCOSTAR-dendrimery [brožura Rudolf-Group]

Základní myšlenkou BIONIC-FINISH® je vytvořit na textilií podobnou strukturu, jakou má list lotusu, i přesto, že textilií samotnou tuto strukturu nelze vytvořit. Pro tyto účely RUDOLF GROUP vynalezla tzv. dendrimery, neboli rozvětvené polymery, které vznikly rozvětvením multifunkčních monomerů.

Dendrimery byly vyvinuty, aby aktivně obohacovaly fluorkarbonový polymer a nutili jej ke krystalizaci. Tímto způsobem se získá lepší vodo-odpudivý efekt, než u běžných fluoruhlíkových pryskyřic. Dalšími charakteristikami této produktové skupiny jsou dobrá trvanlivost v praní a měkký omak.

®RUCO-DRY

U sportovních a outdoorových oděvů není třeba olej-odpuzející povrch, ale převážně ochrana proti vlhkosti.



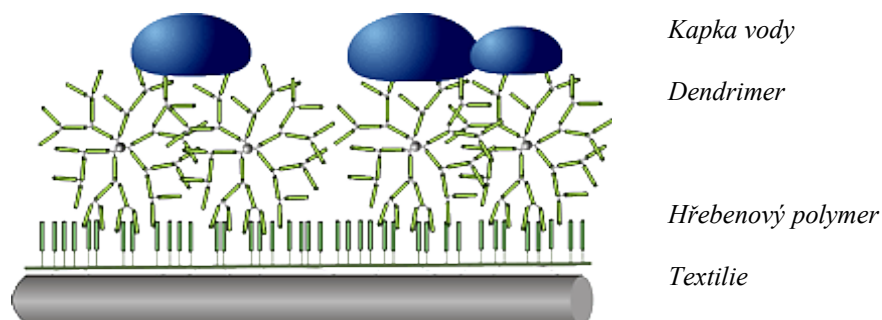
Samo-organizační hydrofobní dendrimery v hydrokarbonové matrici

textilie

Obr. 43. ®RUCOSTAR-dendrimery [69]

Obrázek ilustruje organizaci hydrofobních dendrimerů v uhlovodíkové matici. Tímto může být dosaženo výborných hydrofobních účinků na textilií a vysokého hodnocení Bundesmann. [69]

BIONIC-FINISH®ECO

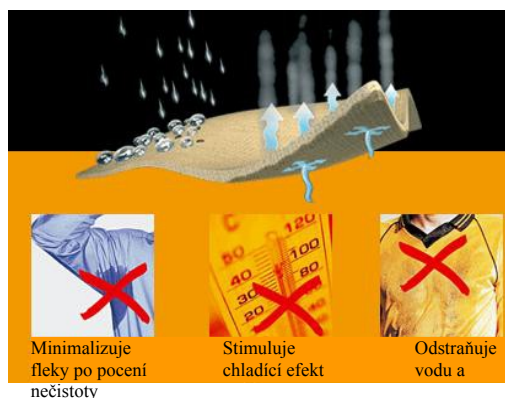


Obr. 44. ®RUCOSTAR-dendrimery [70]

Pro optimální orientaci a přisazení k textilnímu povrchu BIONIC-FINISH®ECO nepoužívá pouze dendrimery, ale i speciálně přizpůsobené „hřebenové“ polymery.

Schoeller

Schoeller Textil AG, založená v roce 1868, patří k nejuznávanějším a nejvíce inovativním světovým výrobcům funkčních a ochranných tkanin a oděvních technologií pro sport, módu, obuv, průmyslový design a ochranu zdraví při práci a je uznávanou vedoucí firmou v oboru strečových tkanin.



Obr. 45. 3Xdry



Obr. 46. Nanosphere [73]

Škála výkonných tkanin firmy Schoeller Textil AG zahrnuje několik zásadních linií „softshellů“ (wb-400, dryskin, naturetec a aeroshell), strečové linie (dynamic, prestige a wb-formula), ochranné tkaniny (keprotec, reflex, dynatec a styltec) a řadu materiálů pro pracovní a firemní oděvy a pro uniformy, označovanou jako schoeller-works.

K nejznámějším úpravárenským technologiím této firmy náleží funkční úprava tkanin 3XDRY, která z jakékoliv tkaniny nebo pleteniny učiní výkonný funkční materiál s odvodem potu zevnitř, vodoodpudivostí z vnějšku a velice rychlým schnutím, a *NanoSphere*, která plošným textiliím propůjčuje nebývale výkonnou vodoodpudivost a odolnost proti znečištění.

BASF Mincor® TX TT

Zhruba před deseti lety se na trhu objevily nečistotu-odpuzující nátěry, které jako první technicky využívaly lotus efektu. Textilií Mincor TX TT otevírá společnost BASF novou kapitolu: tento inovativní materiál pro povrchové úpravy propůjčuje technickým textiliím používaným k výrobě rolet, slunečníků, plachet a stanů též samočistící efekt, jaký lze pozorovat u lotosu.

Stejnou funkci, kterou na povrchu listů této rostliny zajišťují malinkaté papily, plní na takto ošetřených textiliích nesčetný počet částic o průměru méně než 100 nanometrů, které jsou zapuštěny do nosné matice. Vědcům se tak podařilo dosáhnout stejného účinku jako přírodě: totiž odpuzovat jak vodu, tak špínu.

Díky této výstavbě dochází u lotosového listu k tomu, že se do kontaktu s listem samotným dostávají pouhá dvě až tři procenta povrchu kapky. A protože tento kontakt se odehrává na samotné špičce papily, přilnavá síla, jež by za jiných okolností způsobila rozlití kapky po listě, zůstává též minimální. Namísto ní se tak uplatňuje pnutí na povrchu vody, kapka vytvoří kuličku a jednoduše se z listu skutálí. Tyto kapky vody s sebou vezmou i částice nečistot, které rovněž kvůli papilám nemají skoro žádný kontakt s povrchem listu nebo látkou ošetřenou materiálem Mincor TX TT a jejich povrch tak zůstává čistý, aniž by bylo zapotřebí čistících prostředků nebo nějakého mechanického odstraňování nečistot. [75]

Velveta

Česká společnost VELVETA je předním evropským výrobcem bavlnářských tkanin pro oděvní účely. Výrobní sortiment je určen především pro sportovní módu a oblečení pro volný čas. Vedle výroby vlastních tkanin jsou dle požadavků zákazníků zajišťovány také speciální a finální úpravy na dodaných tkaninách. S využitím nanotechnologií tak lze zajistit nehořlavé, vodoodpudivé, antibakteriální, protiroztočové a jiné vlastnosti tkanin.

Mezi speciální a finální úpravy, jejichž inspiraci nalezneme v přírodě, jsou:

- Proti různým druhům hmyzu
- Úprava svěžesti
- UV-Protect
- Měkká savá
- Nešpinivá, Vodoodpudivá

3XDRY®

Společnost Velveta je partnerem společnosti Schoeller, které jsem se věnovala výše. Propůjčila si např. **3XDRY® Technologii**. 3XDRY® úprava kombinuje dvě technologie na jedné textilií: na vnější (líc) straně textilie je nanесena vodě-odpudivou úprava, zatímco vnitřní (rub) strana je opatřena úpravou pohlcující pot (viz obr. 47, 48). Vlhkost způsobená pocením je rychle absorbována na vnitřní straně textilie s 3XDRY® úpravou a pot je odváděn na povrch textilie.

Z vnější strany textilie odpuzuje vodu, zabraňuje zachycování nečistot a tvorbě skvrn.



Na vnitřní straně je díky velkému měrnému povrchu veškerá vlhkost rychle absorbována a distribuována na povrch, což umožňuje urychlit proces odpařování.



Obr. 47. 3XDRY® Technologie [75]

3XDRY® přehled výhod:

- Minimalizuje skvrny způsobené potem
- Navozuje chladicí efekt
- Odpuzuje vodu a nečistoty
- Umožňuje tělu dýchat
- Zajišťuje komfort, který vidíte i cítíte
- Aplikovatelný na všechny textilie (bavlna, polyester....)



Obr. 48. 3XDRY® Technologie [75]

Teflon ® Fabric Protector

Společnost Velveta také využívá technologie DuPont TM Teflon ® fabric protector. Teflon ® je vhodný pro všechny typy tkanin, každé vlákno je chráněno neviditelným štítem před skvrnami. Všechny tyto skutečnosti jsou bez dopadu na vzhled nebo prodyšnost tkaniny.

Teflon® může znamenat méně praní, méně vody, rychlejší sušení o 25% než neošetřené tkaniny, nižší spotřebu energie, menší opotřebení, a to může znamenat snížení sběrného odpadu na planetě.

Existuje několik specifických úprav této technologie:

- General Teflon® - hydrofóbní a oleofobní úprava
- Repel Teflon® - hydrofóbní, oleofobní a nešpinivá úprava
- High Performance Repel Teflon® - hydrofóbní, oleofobní a nešpinivá úprava s vysokou trvanlivostí
- Advanced Dual Action Teflon® - hydrofóbní a oleofobní úprava se snadným odstraněním skvrn a špíny [77]

Tebo

Další česká společnost Tebo, a. s. reaguje na aktuální potřeby trhu - proto se orientuje na výrobu speciálního a unikátního textilu. Tebo a. s. je držitelem licence Nano Sphere (obr. 49), která zajistí výrobkům vysoký stupeň vodoodolnosti, jejich povrch je přírodně samočisticí a má trvale ochrannou funkci.



Obr. 49. Povrch textilie s úpravou Nanosphere [78]

Nanočástice v NanoSphere® úpravě formují hladkou strukturu na povrchu textilie. Voda nebo látky jako olej nebo kečup snadno stečou a jakékoli zbytky mohou být opláchnuty malým množstvím vody. Textil s NanoSphere® vyžaduje nižší frekvenci praní a může být prán při nižších teplotách. To šetří životní prostředí a také výrobek.

Porovnání výrobku s běžným povrchem a s NanoSphere® povrchem:

Běžný povrch:

Plocha kontaktu vodní kapky nebo částičky špíny je větší, a proto stupeň soudržnosti je velmi vysoký. Výsledkem je, že voda nebo špína drží na textilu.

NanoSphere® povrch:

Kapky vody nebo částičky špíny leží pouze na vrcholcích nano částic, a proto mají menší plochu kontaktu. Soudržnost je významně snížena, voda stéká, špína je odpuzována nebo může být snadno opláchnuta. [78]

4.9 Membrány

Přírodou se také inspirovali tvůrci dnes populárních prodyšných a přitom vodonepropustných membrán používaných do bot a oblečení. Přemýšleli nad tím, jakým způsobem odvádějí přebytečnou vodu rostliny a přišli na to, že mají na povrchu listů maličké póry, stomata, kterými voda odchází ven. Stejným způsobem funguje i membrána.



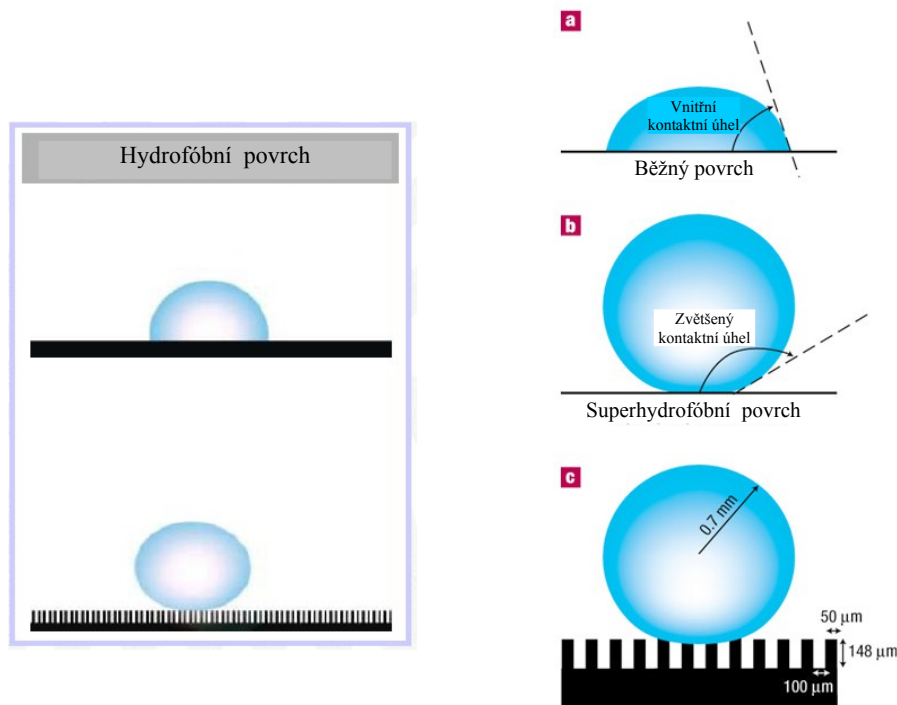
Obr. 50. Řez membránou a schéma funkcí [45]

Velikost pórů je uzpůsobena tak, aby propustila malinkou molekulu vodní páry, ale nepustila velkou kapku vody. [44] Tyto mikroskopické póry se však časem zanesou (např. solí, nebo i orosením potem při větším výkonu) a pak materiál přestává dýchat.

Další variantou je membrána, která je chemicky vytvořena tak, že v ní nejsou žádné póry. Migrace páry zevnitř oděvu (od těla ven) se zajišťuje pomocí chybějících částic v chemické vazbě molekul tohoto materiálu. [46]

4.1.1 Hydrofobní membrány

Povrchy jsou tzv. hydrofobní, pokud úhel statického kontaktu je větší než 90° (viz obr., 51). Povrchy jsou nazývány superhydrofobní, pokud je statický kontaktní úhel nad 150° . Kromě toho, nízká hystereze úhlu kontaktu (CAH - rozdíl mezi postupujícími a ustupujícími kontaktní úhly) hraje důležitou roli v samo-čištění. CAH je míra ztráty energie v průběhu toku kapky podél pevného povrchu. CAH je menší než 10° je obecně přiřazováno k samočištění povrchu. [15]

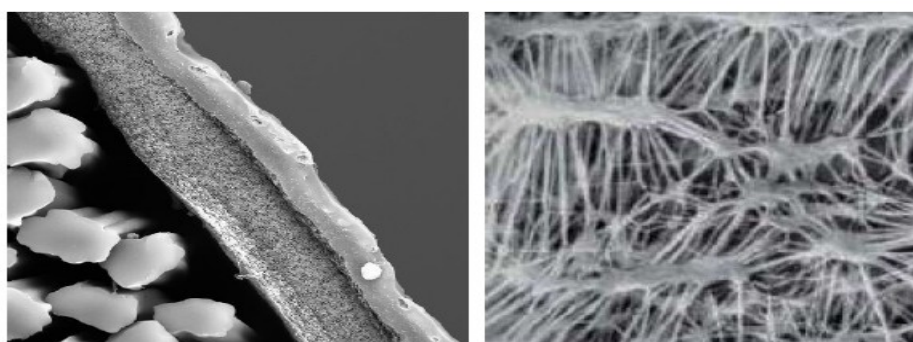


Obr. 51. Hydrofobní úprava[24]

GORE-TEX

Stejně jako výše uvedené materiály, i tento má za úkol zabránit průniku vody dovnitř a propustit páru vytvořenou lidským tělem ven. To umožňuje membrána, která má v sobě mikroskopické póry, přes které pronikne pára, ale ne voda, jelikož molekula vody je větší než molekula vodní páry.

Jedná se o dvousložkovou membránu, která je mechanicky i chemicky velmi stabilní. První složkou je PTFE – obsahuje 1,4 miliard mikroskopických pórů na jednom čtverečním centimetru. Druhou složkou je oleofóbní látka, ta by měla zabránovat pronikání znečišťujících látek (repelenty, antiperspiranty atd.)



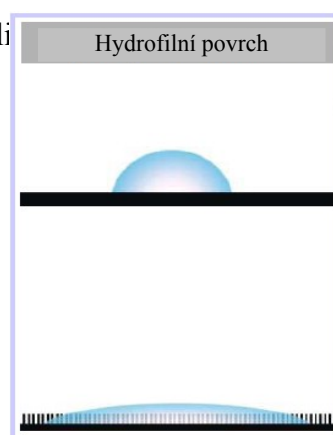
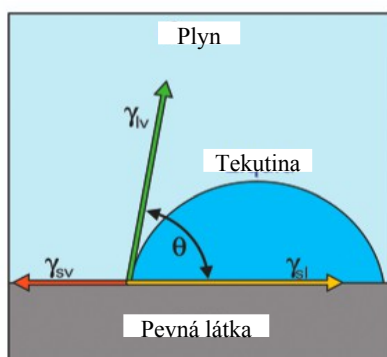
Obr. 52. Řez a detail membrány Goretex [55]

Tyto mikroskopické póry se však časem zanesou (např. solí, nebo i orosením potu, při větším výkonu, a pak materiál přestává dýchat. Proto Goretex neuvádí údaj o dýchatelnosti svého materiálu.

Každý, kdo vyrábí cokoli z Goretexu, musí dodržet na etiketách produktů (zimních bundy, jarní bundy, kalhoty, atd.) název Goretex. [46]

4.1.2 Hydrofilní membrány

Listy některých rostlin jsou hydrofilní nebo superhydrofilní (pokud kontaktní úhel je nižší než 10°). Povrchy mohou buď absorbovat vodu nebo nechat vodu na jeho povrchu. Kontaktní úhel kapky vůči povrchu materiálu v řádu 0° se očekává u těch rostlin, které pohlcují vodu. Struktura těchto rostlin



voji lepidla

Obr. 53. Smáčivost běžně hydrofilní textlie[24]

Sympatex

Společnost Sympatex je nejvýznamnějším výrobcem hydrofilní (neporézní) polyesterové membrány. Tato membrána nemá žádné otvory, přenos vlhkosti je založen na chemickém principu, kdy se voda po určitou dobu stává součástí membrány.

Membrána je skryta mezi vnější a vnitřní látkou oděvu. Strukturou se jedná o homogenní neporézní hladký povlak, který je mimořádně lehký a pružný. Pot ve formě vodních par se velmi lehce odpařuje ven. Údržba této membrány je snadná, lze ji prát v běžných pracích prostředcích při teplotě 30°C bez aviváže. Tato membrána se používá zejména pro ochrannou a trekovou obuv a pro ochranné oděvy. [52]

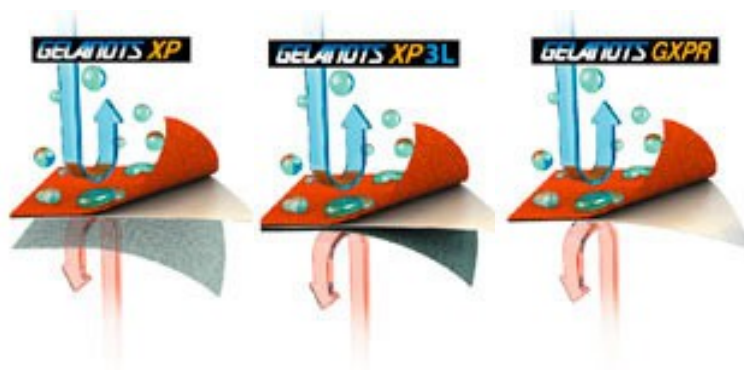


Obr. 54. Testování membrány Sympatex [53]

Gelantos XP

Na stejném principu pracuje také nová membrána GelantosXP. Vyvinula a patentovala ji japonská firma Toyota. Membrána je chemicky vytvořena tak, že v ní

nejsou žádné póry (typy membránových vrstev obr. 55). Migrace páry zevnitř bundy (od těla ven) se zajišťuje pomocí chybějících částic v chemické vazbě molekul tohoto materiálu.



Obr. 55. Membrány Gelantos/Gelanots [54]

Toyota netrvá na tom, aby jejích materiál, byl propagován pod značkou Gelanots. To znamená, že výrobce si Gelanots může přejmenovat na jakýkoli název. [46]

4.10 Pouštní liška

Fenek neboli pouštní liška je nejmenší psovitou šelmou. Nápadné jsou obrovské ušní boltce, které mohou být dlouhé až 15 cm (viz obr. 56). Slouží jako tepelný výměník a pomáhají tak fenkovi ochladit se.



Obr. 56. Pouštní liška - fenek [29]

Srst je hustá a hedvábně hebká, zlatoplavá, na končetinách, břiše a obličeji bílá. Tlapky jsou chráněné hustou srstí před rozpáleným pískem. Fenek je zvíře dokonale přizpůsobené životu na Sahaře. Způsob, jakým se vyrovnává s pouštním žárem,

inspirovalo výrobce textilních a oděvních materiálů k vytvoření funkčního prádla, které funguje na tomto principu. Zásadní je převážně srst, která odráží sluneční žár.

X-Bionic® Technologie Pouštní liška

Pouštní liška, fenek, žije a loví ve velkém teple, kde je dokonale přizpůsobena nepřátelskému prostředí.



Obr. 57. X-bionic Technologie Pouštní liška [65]

Její lesklá stříbrná srst odráží teplo a navíc může uvolnit velkou část svého tělesného tepla přes své obrovské uši. To je inspirací pro X-Bionic Technologie. Exkluzivní materiál xitanit odráží teplo, které dopadá na tělo, které se snaží dosáhnout chladícího efektu pocením. [64]

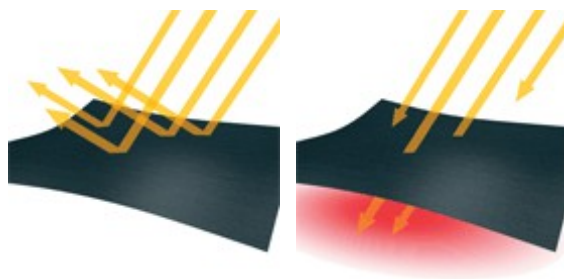
XITANIT™ je revoluční příze. Vypadá jako kov, ale je to moderní textilní materiál. Má vysokou tepelnou vodivost. Termo-aktivní XITANIT™ má za úkol odrážet tepelné záření o určité frekvenci. To znamená, že sluneční záření nebo záření z horkého asfaltu je odráženo povrchem textilie, není pohlceno a nezahřívá lidské tělo. [66]



Obr. 58. Xitanit [66]

Schoeller coldblack®

V současnosti nejdynamičtější inovací firmy Schoeller je úprava textilií coldblack®, která silně redukuje absorpci tepelného infračerveného záření upravenou textilií a zároveň podstatnou měrou posiluje ochrannou funkci oděvu proti škodlivému ultrafialovému záření. Díky této úpravě se tmavé oděvy nezahřívají na slunci, dokonce i černá barva odráží tepelné záření stejnou silou jako bílá. A dále, všechny oděvy z materiálů upravených coldblack® chrání pokožku před škodlivým ultrafialovým zářením silou UV faktoru 30.



Obr. 59. coldblack® [73]

4.11 Smart-Textilie

Textilie označované jako "smart" čili inteligentní mohou zahrnovat širokou škálu výrobků. Jejich struktura má schopnost tvořit rozhodnutí na základě vnějších podnětů (smyslových, mechanických, chemických,...). Tento způsob chování byl vyzorován v přírodě jako velmi častý a běžný jev. Inteligentní textilní struktury jsou označeny strukturami citlivými na vnější podněty, vyrobených v návaznosti na textilní technologii.

Podle typu reakce lze smart textilie dělit na:

- 1) *pasivní* - citlivé na vnější podněty, reagují pouze nevratně,
- 2) *aktivní* - schopné poznat změnu vnějších podnětů a reagovat vratně, reakce je vždy stejná,
- 3) *velmi inteligentní* - citlivé na vnější podněty, schopné vratné reakce a přizpůsobení se (oblékačí elektronika).

Výhodou textilních struktur jako nosičů inteligentních reakcí je především možnost poskytování vysokého komfortu a celkově nejlepších fyziologických

vlastností. Aplikacemi jsou např. chameleonní textilie, které mění barvy v závislosti na světle či teple. Anebo teplo ukládající, uvolňující textilie, konstruované na principu materiálů měnících fázi v závislosti na přednastavené teplotě. Dále textilie s tvarovou pamětí, textilie senzitivní na pH, vlhkost, koncentrace solí, tak, že jejich struktura může dramaticky bobtnat nebo ochabovat. Dalšími příklady může být použití aerogelů nebo auxetických materiálů (s negativním Poissonovým číslem, při deformaci se rozšiřují).

Pro aktivaci textilních povrchů jsou nejčastěji používány technologie tisku, laminace, impregnace funkčních prvků ve formě nanovrstev (příklad - samočisticí povrchy). Další možnost aktivace povrchů je připojení (vložení) aktivních prvků na bázi mikro, a nano částic - tzv. enkapsulace. Enkapsulace představuje uzavření aktivní substance do porézního obalu (slouží k absorpci pachů, chemikálií, uvolňování vůní, antibakteriálních a antivirových substancí, insekticidů) nebo neporézního obalu (látky měnící skupenství - textilie zadržuje teplo,...).

Při vývoji a výrobě textilních smart struktur je nutná multidisciplinární spolupráce (materiálové inženýrství, strukturní mechanika, biologie, biomimetika, medicína, chemie, elektrotechnika, mikroelektronika,...). [47]

X-SOCKS ®

Základní myšlenkou X-SOCKS byly přírodní procesy, jako je metabolismus a tělesný pohyb, při němž je dosaženo maximálního efektu s minimálními výdaji energie. Cíl X-SOCKS byl zdánlivě jednoduchý: najít řešení, které pomáhá nohám udržovat optimální stav při napodobení chůze naboso. Evoluce vytvořila naše nohy jako složité stroje, které podpírají celou naši tělesnou hmotnost a působí jako přírodní tlumiče s každým krokem, který uděláme.

Ponožky mohou být mnohem víc než jen kus oblečení. Mohou poskytnout podporu pro svaly, stabilizují šlachy a vazy, regulují funkce kůže, pomáhají kontrolovat pohyb a optimalizovat teplotu.



Z výzkumů vyplývá, že ideální by bylo, pokud bychom mohli chodit bosí. Bohužel, klimatické výkyvy toto neumožňují. Jsme nuceni uzavřít chodidla v botách a zde začínají problémy s puchýři, otlaky a přehříváním. Vědci si dali za cíl vytvořit takové ponožky, které by chodidlu zajistily stejné podmínky, jako při chůzi naboso. Ve spolupráci s ortopedy a fyzioterapeuty byly vytvořeny ponožky, které mimo jiné zpevňují kotník, chrání Achylovu šlachu nebo podporují oběh krve (modely na obr. 60).

Lidské tělo vydá až 60 gramů kapaliny skrze chodidlo. Naboso bychom mohli předat tuto vlhkost do okolního vzduchu - bosí máme vždy suchou nohu. Ve skutečnosti jsme ale téměř celý den v botách. Pro naše nohy by bylo mnohem zdravější, kdybychom mohli znovu obnovit klima bosých nohou v botách. Puchýře, odírání, atletické nohy a zápach by nebyl problém. [67, 68]

5 INSTITUTE PODPORUJÍCÍ VÝVOJ BIONIKY

Velkým přínosem pro zkoumání nových technologií v textilním a oděvním průmyslu jsou nově vznikající nebo již zavedené instituty a instituce pro testování. Buďto jsou zaměřené na konkrétní technologii nebo působí obecně. Jedním z největších internetových adresářů obsahujících instituce pro testování textilu je DMOZ. [79]

Vzhledem k tomu, že těchto institucí je velká škála, zaměřím se zde pouze na vybrané a nejvýznamnější.

5.1 Institut textilní technologie a procesního inženýrství Denkendorf

Institut textilní technologie a procesního inženýrství (ITV) Denkendorf je největší textilní výzkumné středisko v Německu s více než 200 vědeckými a technickými pracovníky, jehož cílem je textilní výzkum a vývoj inovativních postupů a produktů v rámci celého řetězce textilní výroby. Důraz je kladen na funkcionalizaci

textilních materiálů pomocí speciálních technologií. Cílem je vývoj inovativních produktů s novými vlastnostmi.

Úkolem ITV Denkendorf je provést biologické poznatky, resp. vyvinout nové vláknenné materiály a komponenty. To vyžaduje úzkou spolupráci s biologickými ústavy a jejich odborníky na cílené analýzy biologických materiálů a jejich funkčních mechanismů. Vývoj nových materiálů a jejich funkcí je realizován použitím všech postupů a metod používaných v souvisejících průmyslových odvětvích, jako jsou technologie plastů nebo elektroniky. Dosavadní zkušenosti ukázaly, že vývoj Bioniky často trvá několik let základní analýzy a vývoje do hotových produktů.

ITV Denkendorf je také členem Baden-Württemberg sítě zabývající se biomimetikou (spolu s Freiburg a Tübingen univerzitou). Díky výzkumu partnerů a interdisciplinárním možnostem v Center of Excellence Technical textiles Denkendorf jsou vynikající podmínky pro rozvoj bionických prací, které sahají od klíčového výzkumu až po průmyslovou výrobu.

Mezi dosavadní výzkumné projekty patří:

- Rozvoj samočisticích povrchů v závislosti na Lotus-efektu ®
- Výroba extrémně lehkých kompozitů odolných vibracím na základě stonků rostlin
- Kompozity založené na dutých strukturách pro lehké strojírenství
- Flexibilní a transparentní tepelné izolace pro solární aplikace na základě funkce přijímání světla srstí ledních medvědů
- Stuktury měnící velikost pórů pro nízko-energetickou mikrofiltraci
- Adaptivní prodyšné membrány
- Materiály extrémně pohlcující kapalinu
- Povrchy odolné proti oděru a povrchy s nízkým třením.

Tento vývoj byl realizován ve spolupráci s průmyslovými partnery a příslušnými výzkumnými institucemi, jako jsou Freiburg, Tübingen, Univerzity v Bonnu, a Stuttgart University (MPI). [80]

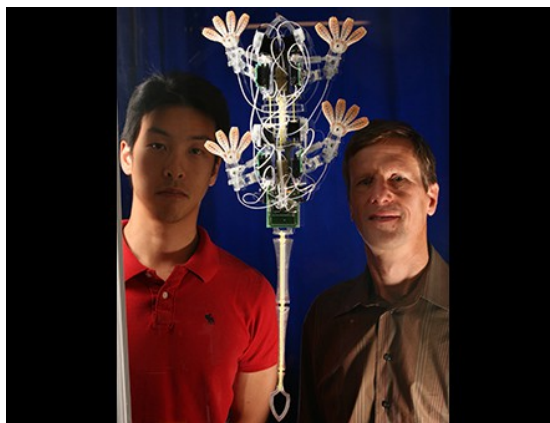
5.2 *Univerzita v Bath*

Centrum biomimetiky na univerzitě v Bath se rozšiřuje velmi rychle a brzy bude mít mnohem více běžících projektů. Zde jsou ty, na kterých ústav momentálně pracuje:

- *Adaptivní tkaniny* - Před několika lety byl navržen nový mechanismus pro textilie, při němž se otevřely klapky, když byla vysoká vlhkost vzduchu. Inspirací byl systém borové šišky. Jedná se o poměrně jednoduchý mechanismus a jako takový by měl být nejen spolehlivý, ale využitelný pro celou řadu systémů. Nyní ústav vyvíjí koncept tkané textilie, která bude měnit svou poréznost tak, jak se mění stupeň pocení nositele. [81]
- *Napodobování staveb hmyzu* - Projekt se zaměřuje na získání robotů, kteří postaví dvě základní struktury stavebního inženýrství - stěny a klenby.
- *Skákací roboti* – Pro pohyb po nerovném povrchu. [81]

5.3 *Stanfordská univerzita v Kalifornii*

Centrum pro výzkum designu (*Center for design research - CDR*) je společenství vědců zaměřené na pochopení a rozšiřování technických inovací. Program Biomechanické inženýrství (BME) ztělesňuje výuku a výzkum, v němž jsou principy mechaniky a konstrukce používané k přezkoumání zásadních otázek v biologii a lidském zdraví.



Obr. 61. Výsledek výzkumu přilnavosti gekonních tlapek - robot [82]

Fakulta, výzkumní pracovníci a studenti jsou světově známí pro jejich vedení v rozvoji nových myšlenek v oblasti biotechnologií, biomedicíny, vědecké analýzy a lékařských aplikací. Výzkum v BME je experimentální a teoretický, procházející mnoha oblastmi: bidesign, molekulární/buněčné tkáně, biomechanika pohybu, bioroboti, mechanobiologie, ortopedická biomechanika, kardiovaskulární biomechanika,

mechanika sluchu a zraku. Hlavní cíle jsou objevovat nové vědecké poznatky týkající se technických problémů v budoucnosti, posílení technologického rozvoje v celé řadě průmyslových odvětví.

Výzkum často kombinuje experimentální a klinické studie s teoretickým modelováním a numerickou simulací chování, která mohou být použita ke konceptům a návrhům v průmyslu. [82]

5.4 TITV Greiz – Institut pro speciální textilie a flexibilní materiály

TITV Greiz má k dispozici tým vědců z textilního odvětví, stejně jako z lékařského inženýrství, fyziky, elektrotechniky a chemie a spolupracuje s množstvím vysokých škol a ústavů.

Hlavní výzkumné oblasti TITV Greiz

- Technika Textilních Mikrosystémů - Smart Textil
- Funkční povrchy
- Flexibilní materiály

Zabývají se výrobou a technologií pro mikrosystémy, lékařskou techniku, automobilový průmysl, bezpečnostní prvky a zařízení a produkty pro sport a wellness. [83]

Akreditované zkušební laboratoře TITV Greiz poskytují širokou škálu materiálů a služeb, testování výrobků pro textilní a oděvní výrobce, orgány veřejné moci, výzkumné instituce a spotřebitele.

5.5 Institut pro nanotechnologii Skotsko

Institute of Nanotechnology (ION) byl založen v lednu 1997. Hlavní aktivity jsou zaměřeny na vzdělávání a odbornou přípravu v oblasti nanotechnologií. Ústav byl jeden ze světově prvních poskytovatelů informací o nanotechnologiích a je nyní celosvětovým lídrem.

Ústav úzce spolupracuje s vládami, univerzitami, výzkumnými pracovníky, podniky, a širokou veřejnost vzdělává a informuje o všech aspektech nanotechnologie. Organizuje také různé mezinárodní vědecké události, konference a vzdělávací kurzy,

které zkoumají dopady nanotechnologie na průmysl, společnost, zdraví, energii a životní prostředí.

Od roku 2002 do roku 2007 ION byl vedoucím partnerem v Nanoforu, 'Evropské bráně Nanotechnologie', projekt zaměřený na zvýšení úrovně znalostí nanotechnologie v členských státech EU. Projekt přinesl velmi populární a informativní internetové stránky obsahující mnoho originálních analýz a zpráv. Série akcí a workshopů proběhla v celé Evropě. [85]

5.6 Společnost pro Technickou biologii a bioniku, Univerzita Sársko

Společnost vznikla r. 1990 založením Dr. Wernerem Nachtigallem. Vydává mnoho publikací a svojí aktivní činností pomohla otevřít bioniku jako vědeckou disciplínu v Německu a také obeznámit svět s tímto oborem.

Společnost pro technickou biologii a bioniku má za své poslání, aby se vědecké oblasti bioniky dostaly široké veřejnosti. Organizuje každoročně střídavě Bionic konference a semináře a pravidelně informuje o novinkách v oblasti bioniky, stejně jako technické biologie.

Zvláštní pozornost členů GTBB je kladena na školení kvalifikovaných vědeckých výzkumných pracovníků a podporu bioniky. [86]

6 TRENDY

V současné době existuje mnoho online portálů informujících o vědeckých výzkumech, novinkách a trendech v textilním a oděvním průmyslu, stejně tak i tištěné materiály, které pravidelně vydávají různé textilní instituce. Mezi nejzajímavější a nejefektivnější by se daly zařadit tyto:

6.1 Innovation in Textiles – Technical Textiles Online

Tento online portál je celosvětově hlavním rozhodovacím prvkem v průmyslu technických textilií. Přináší bezplatně denní zpravodajství, komentáře a analýzy.

Innovation in Textiles taktéž zahrnuje informace o nových materiálech, vláknech a přízích, strojích a zařízeních, nových patentech, novinkách v barvení, apretování, ovíjení, laminování, a v neposlední řadě výzkum, vzdělávání a odborná příprava. [89]

6.2 *TechTex India, BCH Newsline*

Portál, který se zaměřuje na technické a netkané textilie pro průmysl v Indii a v zámorí. V předposledním magazínu 06-09/2010 mimo jiné informuje o bionických výzkumech a inspiraci borovou šiškou. [88]

6.3 *Association of suppliers to the British clothing industry*

ASBCI je jediná asociace spojující oděvní průmysl od výroby vláken po výrobu oděvů, maloobchod a následnou péči. Mezi ASBCI aktivity patří odborné semináře a technické návštěvy, velké Studentské sekce s konferencemi a semináři, stejně jako každoroční designérské soutěže a ocenění za nejlepší technicko-obchodní práce, plus mnoho dalších aktivit. [90]

6.4 *Textilní zpravodaj*

Vydává portál textil.cz – český magazín, který informuje o novinkách a nových výzkumech v textilním průmyslu obecně. V rámci Virtuálního informačního servisu TEXTIL lze kromě jiného získat i vysoce odborné a aktuální informace ze specializovaných zahraničních periodik, která v České republice nejsou volně k prodeji. [87]

Obecně se dá říci, že trendy v textilním a oděvním průmyslu povedou dále k rozvoji smart textilií, nanotextilií a technických textilií, k využití nových vlákenných zdrojů a jejich syntetických alternativ. Ve všech odvětvích hraje bionika zásadní roli.

7 VÝVOJ NOVÝCH VLÁKEN

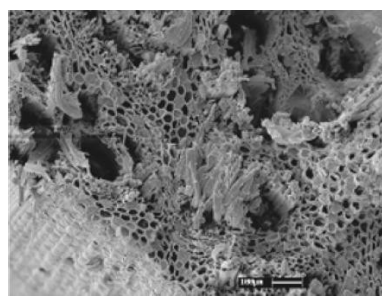
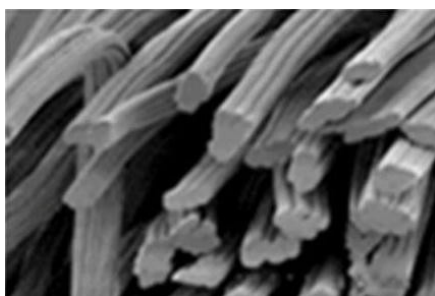
Revolučním objevem při zkoumání rostlinných materiálů pro textilní průmysl jsou vlákna z bambusu či sóji a jejich napodobení syntetickými materiály.

7.1 Vlákn z regenerované celulózy

Výzkum v oblasti alternativních textilních vláken jde stále dopředu. V posledních letech vědci zkoumají technologie zpracování bambusu na vlákno.

7.1.1 Bambus = bavlna 21. století

Odborníci z oblasti oděvního průmyslu považují bambusovou textilií za jeden z nejslibnějších materiálů budoucnosti. Přírozenou součástí bambusového vlákna je mikrobiální látka, která dává rostlině v přírodě odolnost vůči plísním a mikrobům. Během procesu zpracování tato látka zůstává součástí bambusového vlákna, které tak má stejné antibakteriální a antimykotické účinky. Výsledkem je, že bambusová vlákna zabraňují nejen množení bakterií, jež jsou původem vzniku nepříjemného pachu potu, ale jsou také rezistentní vůči houbám, kvasinkám a plísním. Tímto je zajištěna delší životnost textilního materiálu a také jeho stálobarevnost. Studie dokázala, že si tkanina udržuje své antibakteriální vlastnosti i po 50 vypráních.



Obr. 62. Mikroskopický snímek bambusových vláken [93]

Dalšími výhodami bambusových vláken jsou:

- *Ochrana před UV zářením* - Kvalitní 100 % bambusové produkty jako například Bamboo Tech dokáží zachytit přibližně 90 % škodlivých UV paprsků.
- *Termoregulace a prodyšnost* - Stejně jako u umělých vláken se i na vláknech bambusových vyskytují mikroskopické spáry a otvory, které zajišťují snadnou cirkulaci vzduchu. Tím je zajištěn odvod tepla od povrchu těla a jeho chlazení vzduchem z vnějšku. Tyto vlastnosti jsou vítané nejen u oblečení, ale také u ložního prádla a povlečení.
- *Absorpční vlastnosti* - Struktura bambusových vláken zajišťuje nejen výborné proudění vzduchu, ale také vynikající odvádění vlhkosti, které je ve srovnání s bavlněným oblečením až 4x účinnější.
- *Jemnost a nemačkavost* - výše zmíněný materiál BambooTech je velice příjemný na dotek. Někteří dokonce srovnávají textilie BambooTech s kašmírem nebo hedvábím.

Oproti těmto materiálům je však mnohem pevnější a odolnější, takže jej lze vyprat v pračce i sušit v sušičce, a přináší užitek a komfort za cenu, která je mnohem přijatelnější. I po celodenním nošení v pokrčeném stavu se produkty po rozložení nebo oblečení za několik minut samy vyvěsí. Navíc prádlo nežmolkuje, nechlupatí a je oděruvzdorné. [92]

7.1.2 Tencel

Tencel je obchodní název celulóзовého vlákna Lyocell vyráběného ze dřeva. Technologie výroby je podobná jako u bambusových vláken. Vlastnosti oblečení z Lyocellu jsou podobné jako u bambusového, což je dáno podobností materiálu i způsobem výroby. Je měkké, hebké a lesklé, má antibakteriální vlastnosti a chladivý efekt. [94]

7.2 Vlákná z rostlinných bílkovin

Velkým tahounem v oblasti environmentálně příznivých a obnovitelných vláken je v současné době Čína. Nevěnují se pouze produkci vláken z bambusu a sóji, ale pěstují také bio bavlnu a bio konopí. Současně investují do výzkumu dalších přírodních vláken, např. z burských oříšků či řepkových semen. [98]

7.2.1 Sója

Stejně jako bambus a tencel, je i sója vyráběna podobným způsobem, jen zde jsou k výrobě použity sojové boby, nikoliv stonek rostliny. Tkanina je lesklá a splývavá a vyznačuje se vysokou savostí. Díky tomu mají látky ze sóji dobré předpoklady pro barvení. Navíc jsou antibakteriální. Sója je většinou používána jako příměs k bavlněným nebo vlněným tkaninám, kde zlepšuje jejich vlastnosti. [94]



Obr. 63. Sójová vlákna [95]

7.3 Ultra-mikrovlákna

Mikrovlákna byla původně vyvinuta pro vesmírné a armádní účely, ale textilní designéři dnes preferují i pro běžné oděvní využití. Mikrovlákna jsou v praxi materiály, u nichž tloušťka příze se pohybuje kolem 1/60 tloušťky průměrného lidského vlasu. Ultra-mikrovlákna jsou dokonce tenčí. Některé mají tloušťku 1/200 lidského vlasu.

Mikrovlákna jsou nenáročná na úpravu a praní a neztrácí svůj tvar. Textilie konstruované z mikrovláken mohou být také větru-odolná a prodyšná. Tyto dvě kvality společně zabraňují tomu, aby kapky vody pronikly do textilie a zároveň vodní páry odcházely skrze textilií pryč. [96]

7.4 Nanovlákna

I když výroba nanovláken je relativně mladá, jejich význam neustále roste a poroste. Zdokonalená technologie umožní vyrábět nanovlákná vysokých fyzikálních parametrů jako je stejnoměrnost ve struktuře a vlastnostech a rozsáhlé aplikace, které se již dnes ukazují velmi efektivní pro přípravu oděvních textilií.

Použití nanovláken je velmi široké zasahujících téměř do všech oborů. Nejrozšířenější je jako monofily kromě oděvních aplikací je v medicíně na výrobu antibakteriálních roušek, ke konstrukci náhradních tkání, v chemickém průmyslu a v životním prostředí jako filtrů a katalyzátorů, v bioinženýrství, v energetickém a elektronickém průmyslu.

Nanovlákná se objevila v nedávné době jako nové materiálové útvary s příčnými podmikronovými rozměry jdoucími až do desítek nanometrů. Jejich struktura může být amorfni (sklová) či krystalová, jejichž povrch jednotkového objemu je velký. Proto mají neobvyklé vlastnosti jako ohebnost, součinitel tření, optické vlastnosti, které jsou předmětem zájmů fyziků.

Lze je připravovat různými technologiemi. Nejvýznamnější a nejmasovější aplikace se zdají být v současné době v textilu při konstrukci vláknových vrstev pro oděvní účely a pro konstrukci inteligentních textilií. Jejich využití se postupně rozšiřuje do většiny oborů od domácností po medicínu. [99]

7.5 Silikony

Silikony poskytují výbornou tepelnou stabilitu při teplotách vyšších, než 300° C, nízké povrchové napětí, dobré elektrostatické vlastnosti a vysoký stupeň vodo-odolnosti. Silikony daly revoluční vlastnosti textiliím různých druhů. Jako povrchové úpravy pomáhají udržet tvar, texturu a odolnost v oděru. Jako barviva jsou používána k dosažení trvanlivosti a jasnosti barvy. Boty díky silikonům zůstávají dešti-odolné. Silikony umožňují navrhnout nové techniky pro sportovní oblečení, které je lehké, prodyšné, vodě-odolné a vysoce výkonné. [96]

8 PRAKTICKÁ ČÁST

Cílem této části práce bylo ověřit funkční vlastnosti výše popsaných materiálů deklarované výrobcí pomocí přístrojů dostupných na Fakultě textilní TUL a v domácích podmínkách.

Z provedených měření byly pořízeny fotografie a videa. Fotografie jsou součástí textu, videa jsou uložena na CD s elektronickou verzí práce. Vzhledem k typu fotoaparátu (automatický digitální fotoaparát Polaroid i733 7Mpixels) a k podmínkám pořízení (většinou umělé světlo) není kvalita výstupů zcela kvalitní, postačí však účelu tohoto experimentu.

8.1 *Oslovení výrobců*

Vybraní výrobci byli požádáni o zaslání vzorků pro experiment této diplomové práce, avšak většina z nich je odmítla poskytnout. Z těchto důvodů byly možnosti testování velmi omezené. Zde je seznam oslovených a jejich reakce:

- *Schoeller Textil AG* – odpověděl/a p/pí Marlies Hartmann, že nemohou zaslat vzorky zdarma, pouze mohou poskytnout studentskou slevu 20% na zboží.
- *BASF SE*, výrobce technických textilií Mincor TX-TT - odpověděl/a p/pí Wolfram Badura, že fyzické vzorky nemohou poskytnout, ale že mi posílají prezentaci k samo-čisticím povrchům, kterou příkládám v elektronické verzi práce. (Pozn. V emailech od firmy Basf spolu zaměstnanci mezi sebou německy konzultovali, jestli vzorky pošlou, či ne. Vzhledem k tomu, že byli osloveni anglicky, nejspíš nepředpokládali, že bude jejich interní komunikace rozuměna).
- *Velveta a.s.* – odpověděla paní Hana Legdanová, že mi posílá vzorky s úpravami Airo, Soft, Tuhá C, Teflon, DRY, HTUBK, nehořlavá, Flovan (popis viz internetové stránky www.velveta.cz). Tato společnost byla posléze oslovena znovu s žádostí o zaslání vzorků textilie s povrchovou úpravou Teflon a stejné textilie bez úpravy. Tomuto bylo vyhověno a vzorky byly použity pro experiment diplomové práce.
- *Sympatex Technologies* – odpověděl zástupce firmy v ČR p. Petr Barták a byl velmi ochotný k poskytnutí potřebných informací. Poskytl elektronické prezentace, ale k fyzickým vzorkům nedošlo.
- *TEBO, a.s.* – odpověděla p. Daniela Šídová a ochotně zaslala vzorky distančních textilií spolu s letáky s úpravami. Dále leták se vzorkem textilie k technologii Nanosphere. Společnost byla oslovena znovu o poslání vzorků s nešpinavou úpravou větších rozměrů. Obdrželi jsme opět distanční pleteninu, kterou by ale bylo obtížné testovat na dostupných přístrojích, resp. porovnávat vlastnosti s textilií od společnosti Velveta. Proto tento vzorek nebyl použit pro experiment diplomové práce, ale v případě potřeby školy je možné jej poskytnout.
- *MMT Textiles Limited* – odpověděl p. Stuart Ailion, že výzkum je stále v procesu a z toho důvodu nemohou vzorky poskytnout. Popřál nám hodně štěstí při výzkumu.
- *TEIJIN FIBERS LIMITED* – odpověděl/a p/pí Asuka Sakai, že děkuje za zájem, nicméně poskytují vzorky pouze pro obchodní účely.

- *RUDOLF GROUP* – na internetových stránkách společnosti je mnoho dostupných informací a kromě nich velké množství brožur k jejich technologiím, které je možno zdarma objednat (na právnickou osobu). Na základě objednávky brožur k samočisticím technologiím nám byly zaslány brožury ve třech kopiích (jedna kopie brožur byla předána Katedře textilních materiálů pro studijní účely). K těmto brožurám jsme obdrželi několik kusů přípravků pro vodoodpudivý efekt, který se přidává do praní. Dále dva kusy impregnačního spreje s dendrimery. Tyto vzorky nám velmi pomohly pro experiment diplomové práce, kdy jsme tyto úpravy mohli testovat na textilií a porovnat s podobnou úpravou Teflon od společnosti Velveta a.s. Výrobce Rudolf Group zaslal i dva vzorky spreje pro antimikrobiální úpravu s přídavkem stříbra, které jsme pro experiment nepoužili, ale je možné jej poskytnout univerzitě pro další potřeby.

Ze zaslaných vzorků od společnosti Velveta bylo tedy pro tuto práci možno použít vzorky textilie s povrchovou úpravou Teflon. Pro porovnání vlastností byl testován i stejný materiál bez úpravy. Materiálové složení obou typů vzorků (REDEX a REDEX TEFLON) je 100% bavlna s dostavou 45 nití/cm po osnově, 24 nití/cm. Tkanina je z jedné strany počesaná. Předpokládané použití jako bytová textilie.

Další společností, která poskytla materiály k testování je německá společnost Rudolf Group. Od ní jsme získali prací prostředek pro nešpinivou a samočisticí úpravu a impregnační sprej s obsahem dendrimerů s podobným efektem. Tyto výrobky jsme aplikovali na tkaninu, u které jsme předpokládali podobné vlastnosti jako u výše uvedené. Materiálové složení tkaniny je 100% bavlna, z obou stran počesaná, s dostavou 18 nití/cm po osnově, 15 nití/cm po útku. Opět pro porovnání vlastností byly do testování zahrnuty vzorky bez úpravy.

Na základě poskytnutých vzorků a povrchových úprav bylo možné testovat vlastnosti po působení vody a nečistot, tzv. lotus efekt, pomocí přístrojů dostupných na katedrách TUL a použitím produktů z domácnosti, převážně potravinářského typu.

Jednotlivé vzorky s nebo bez povrchových úprav byly označeny následujícím způsobem:

- Vzorek 1 – Bez povrchové úpravy/Redex Velveta
- Vzorek 2 – Povrchová úprava Teflon/ Redex Velveta
- Vzorek 3 – Bez povrchové úpravy

- Vzorek 4 – Prací prostředek Rudolf Group
- Vzorek 5 – Impregnační prostředek Rudolf Group

Vzorky textilií bez úprav a s úpravami jsou k nalezení v příloze 2.

8.2 Stanovení odolnosti proti pronikání vody – Zkouška tlakem vody

Dle normy ČSN EN 20811 80 0818 se stanovuje odolnost textilií s vyšší dostavou proti pronikání vody při působení tlaku vody.

Odolnost plošné textilie proti pronikání vody je vyjádřena výškou vodního sloupce, kterou textilie udrží. Na jednu stranu vzorku působí v normálním ovzduší stále se zvyšující tlak vody tak dlouho, dokud nedojde na třech místech vzorku k proniknutí vody. Tlak, při kterém voda pronikne plošnou textilií ve třetím místě se zaznamená.

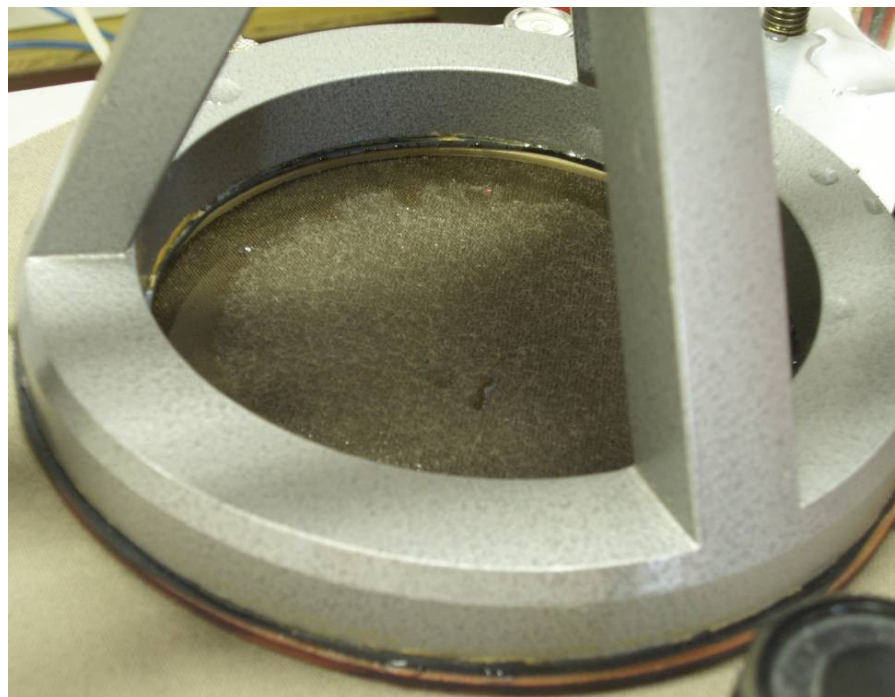
Tlak destilované vody o teplotě 22° C působil zespoda na lícovou stranu textilie při normálním ovzduší pro mírné pásmo. Přístroj manometr byl nastaven pro rychlost zvyšování tlaku vody na 10 cm vodního sloupce za minutu.

Vzorek 1 – Bez povrchové úpravy/Redex Velveta

Vzorek byl položen na testovací zařízení a okamžitě absorboval vodu z plochy přístroje. Naměřené hodnoty pro tento vzorek tudíž není možno považovat za relevantní, protože odolnost proti tlakové vodě již ani nebylo možné objektivně měřit. To svědčí o nulové odolnosti vůči povrchovému smáčení.



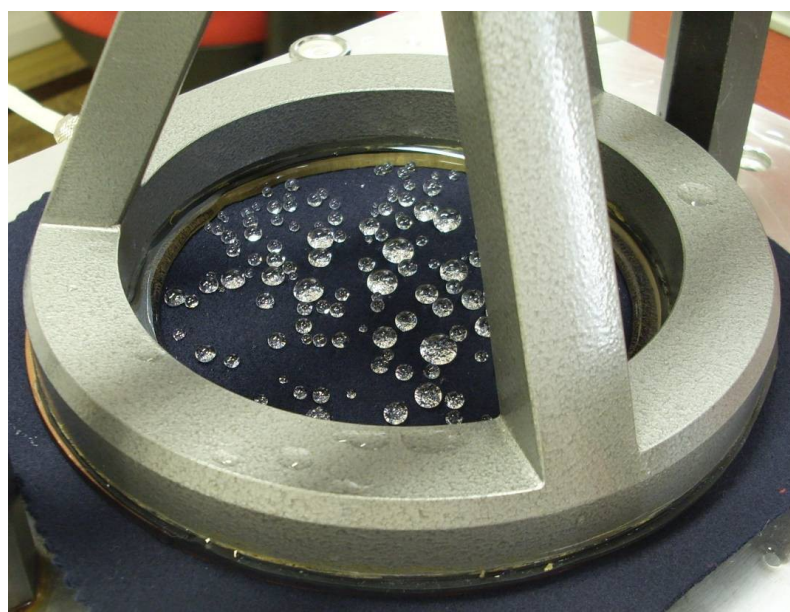
Obr. 64. *Plné smočení textilie*



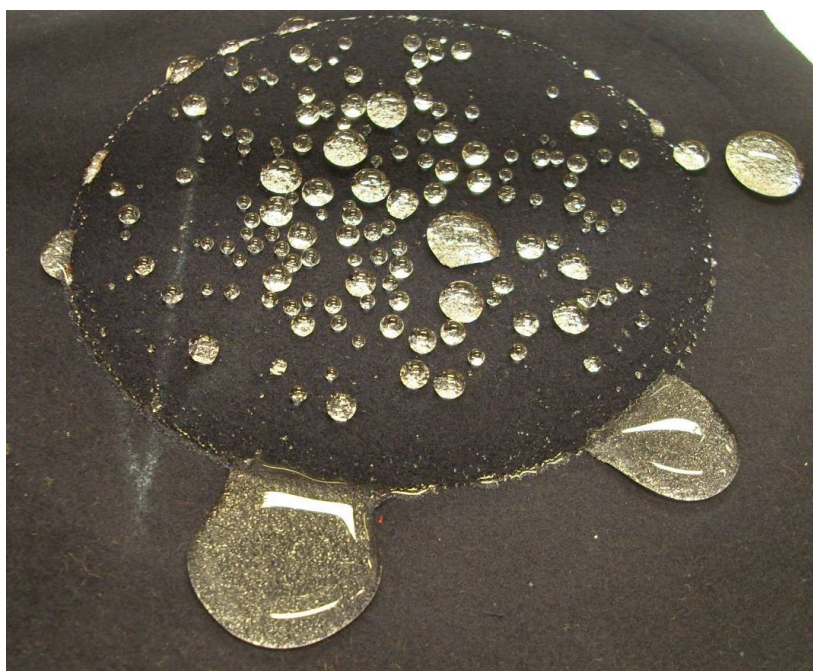
Obr. 65. *Viditelné smočení textilie již při počátku měření*

Vzorek 2 – Povrchová úprava Teflon/ Redex Velveta

Upravená textilie projevila velmi dobrou odolnost proti pronikání tlakové vody s kapkami vody na povrchu. Prokázala stejné výsledky při položení na přístroj oběma stranami, vzhledem k tomu, že vzorky jsme obdrželi již nastříhané a nebylo jasné, kde je lícová a rubová strana, tak jako se dal pouze předpokládat osnovní a útkový směr nití.



Obr. 66. *Kapky vody na povrchu textilie v průběhu měření*



Obr. 67. *Kapky vody na povrchu textilie po ukončení měření*

Bodový odhad míry polohy je 101,5, míry rozptýlení 1 a intervalový odhad míry polohy je $99,406 \leq \mu \leq 103,594$. Výpočty analýzy dle Horna je možno nalézt v příloze 1.

Naměřené hodnoty:

Měření	cm/wg
1	99
2	101
3	101
4	102
5	102

Vzorek 3 – Bez povrchové úpravy

Při měření na tomto vzorku se projevil stejný jev jako u vzorku 1 - již při položení textilie na měřicí plochu přístroje došlo k úplnému smočení textilie, naměřené hodnoty tedy není možno považovat za relevantní. Opět je zde znatelná nulová odolnost vůči smáčení, resp. velmi dobrá savost.



Obr. 68. Textilie v místě měření i kolem zcela smočená

Vzorek 4 – Prací prostředek Rudolf Group

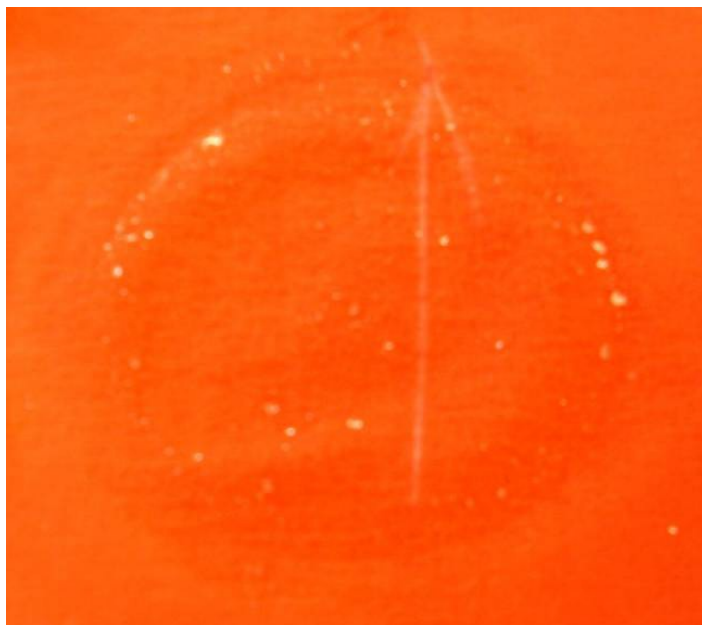
Běžná textilie je upravena pomocí přípravku, který se vkládá při praní do nádoby na aviváž. Po usušení se lehce změnil omak, textilie se stala tužší.

Při měření textilie vykazuje dobrou odolnost proti pronikání tlakové vody, tzn. na povrchu se vytváří kapky protlačené vody. Po 10 minutách byla rubní strana v místě měření zvlhčená.

Naměřené hodnoty:

Měření	cm/wg
1	73
2	78
3	81
4	84
5	85

Bodový odhad míry polohy je 81, míry rozptýlení 6 a intervalový odhad míry polohy je $68,436 \leq \mu \leq 93,564$. Výpočty analýzy dle Horna je možno nalézt v příloze 1.



Obr. 69. Kapičky vody na povrchu

Vzorek 5 – Impregnační prostředek Rudolf Group

Běžná textilie je upravena pomocí impregnačního spreje. Tento způsob úpravy od různých výrobců s odolností proti proniknutí vody a nečistot je již několik let aktivně používán pro outdoorové oděvy a obuv.

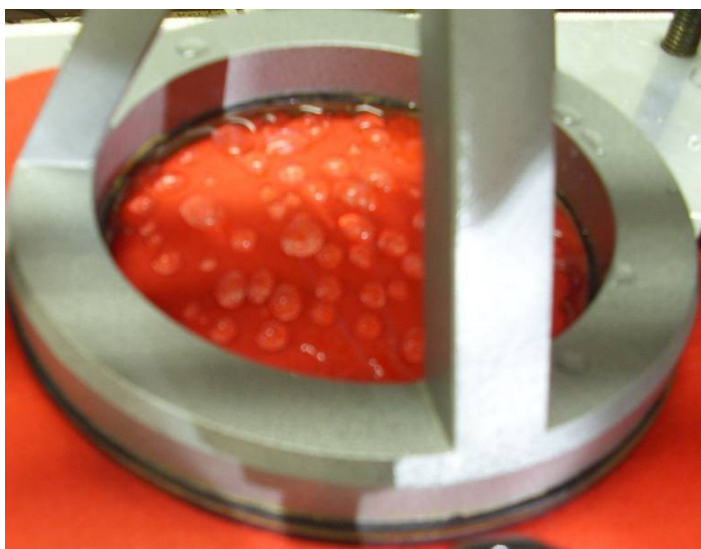
Po nanesení několika vrstev spreje a usušení se velmi změnil omak, textilie se stala tuhou, méně ohebnou. Na povrchu byly znatelné chloupky, pravděpodobně dendrimery přichycené na vlas textilie.

Naměřené hodnoty:

Měření	cm/wg
1	94
2	95
3	96
4	97
5	98

Při měření tlakovou vodou takto upravená textilie vykazuje výbornou odolnost vůči tlakové vodě, tzn. na povrchu se vytváří kapky protlačené vody, které spadnou nebo rychle schnou.

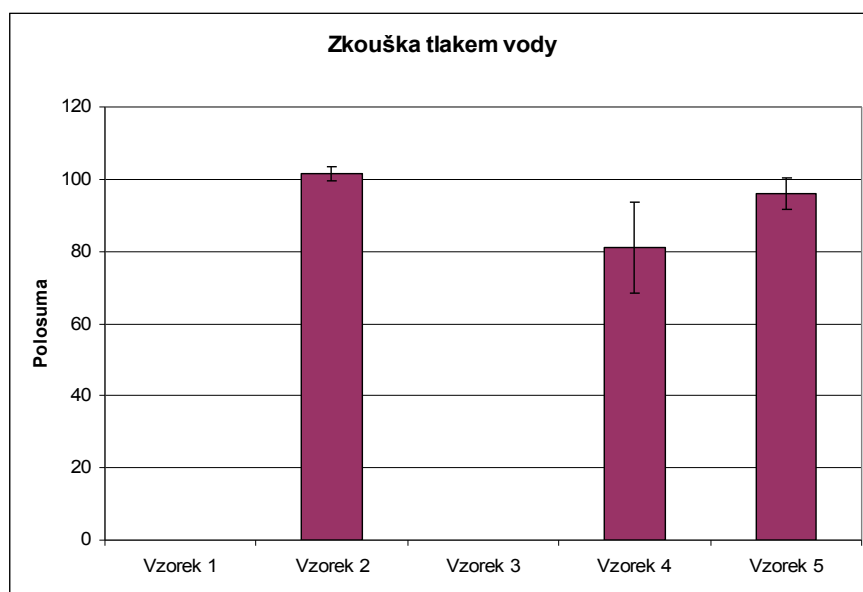
Bodový odhad míry polohy je 96, míry rozptýlení 2 a intervalový odhad míry polohy je $91,812 \leq \mu \leq 100,188$. Výpočty analýzy dle Horna je možno nalézt v příloze 1.



Obr. 70. Kapky vody na povrchu

Porovnání hodnot měření tlakovou vodou u jednotlivých vzorků:

Vzorek	Vzorek 1	Vzorek 2	Vzorek 3	Vzorek 4	Vzorek 5
Polosuma	nerelevantní	101,5	nerelevantní	81	96
Rozpětí	nerelevantní	1	nerelevantní	6	2
Dol.mez	nerelevantní	99,41	nerelevantní	68,44	91,81
Hor.mez	nerelevantní	103,59	nerelevantní	93,56	100,19



Graf 1. Porovnání hodnot zkoušky tlakem vody

Hodnoty vzorku 1 a 3 nebylo možno zahrnout do hodnocení, kvůli výše popsané smáčivosti. Vzorek č. 2 s povrchovou úpravou Teflon vykazuje nejvyšší hodnoty vodního sloupce, pravděpodobně také z důvodu větší měrné hmotnosti textilie v porovnání se vzorky 4 a 5. Z těchto dvou vzorků ukázala vyšší hodnoty vodního sloupce povrchová úprava impregnací s dendrimery, vzorek č. 5. Z hodnocených vzorků má nejnižší hodnoty vzorek č. 4 s úpravou pracím prostředkem.

8.3 Stanovení odolnosti plošných textilií vůči povrchovému smáčení (zkrápěcí metoda)

Dle normy ČSN EN 24920 80 0827 se stanovuje voduodpudivost plošných textilií, které mají nebo nemají voduodpudivou úpravu. Určuje se stupeň smáčení povrchu, tj. míra odolnosti povrchu plošných textilií vůči smáčení.

Zkrápěcí zařízení se skládá ze svisle umístěné nálevky o průměru 150 mm s kovovou trubicí připevněnou pryžovou hadicí o vnitřním průměru 10 mm na výtokový otvor.

Vzdálenost horního okraje nálevky od spodního okraje zkrápěcí trubice je 190 mm. Kovová zkrápěcí trubice s vypouklým povrchem je opatřena 19 otvory o průměru 0,9 mm. Otvory jsou rozmístěny na povrchu trubice.

Doba trvání výtoku předepsaného objemu 250 mm vody z nálevky je mezi 25 s a 30 s. Držák pro upevnění zkušební vzorku sestává ze dvou kovových nebo dřevěných kroužků, vzájemně do sebe zapadajících, jeden má vnitřní průměr 150 mm, druhý má vnější průměr 150 mm. Kroužky musí být položeny na vhodné podložce zkušebního zařízení tak, aby byly skloněny pod úhlem 45°, přičemž střed zkoušené plochy je 150 mm pod středem zkrápěcí trubice. Do nálevky se pro měření nalila destilovaná voda o teplotě 22° C.

Zkušební vzorek je pro měření orientován tak, že směr osnovy je paralelně se směrem stékání vody po vzorku. 250 ml vody se rychle nalije do nálevky při zachování kontinuálního zkrápění. Ihned po ukončení zkrápění se držák se vzorkem sejme a dvakrát se silně oklepne o masivní předmět. Pak se vzorek hodnotí dle předepsané srovnávací stupnice smáčení povrchu:

1. smočení celé zkrápěné plochy (ISO 1 = AATCC 50)
2. smočení poloviny zkrápěné plochy, vzniklé splynutím malých oddělených ploch (ISO 2 = AATCC 70)
3. smočení zkrápěné plochy pouze v malých oddělených plochách (ISO 3 = AATCC 80)
4. žádné smočení, pouze malé ulpělé kapky na zkrápělé ploše ploch (ISO 4 = AATCC 90)
5. žádné smočení a žádné kapky ulpělé na zkrápělé ploše (ISO 5 = AATCC 100)

250ml destilované vody o teplotě 22°C působilo zhora na lícovou stranu textilie při normálním ovzduší pro mírné pásmo. Při tomto testování bylo vhodné zjistit průměrnou změnu hmotnosti textilie po působení vody, což jsme zjistili zvážení každého vzorku před a po testování.

Vzorek 1 – Bez povrchové úpravy/Redex Velveta

Textilie bez úpravy ukázala nulovou odolnost vůči smáčení již při prvních kapkách vody, které dopadly na povrch textilie. Výsledkem měření je smočení celé zkrápěné plochy (ISO 1 = AATCC 50).

Dalším důkazem smáčení je změna hmotnosti vzorku po působení vody, kdy vzorek absorboval tolik vody, že se hmotnost zvýšila průměrně o 100,25 %.



Obr. 71. Textilie v místě zkrápění zcela smočena

Naměřené hodnoty:

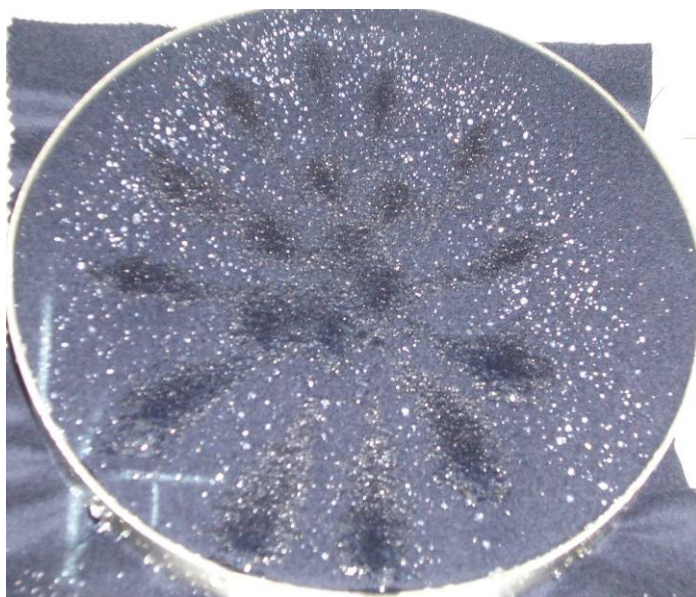
Měření	AATCC	Hmotnost textilie před testem (g)	Hmotnost textilie po testu (g)	Navýšení hmotnosti v %
1	50	10,76	20,636	91,78%
2	50	10,888	21,951	101,61%
3	50	10,432	21,652	107,55%
Průměr	50	10,693	21,413	100,25%

Hodnoty AATCC jsou stejné, tudíž má interval spolehlivosti a směrodatná odchylka nulovou hodnotu. Výpočty analýzy pro malý počet hodnot je možno nalézt v příloze 1.

Vzorek 2 – Povrchová úprava Teflon/RedexVelveta

Při zkrápění vodou došlo ke smočení textilie v místech trysek, tím, že docházelo k opakovanému namáhání textilie vodou. Tam, kde dopadly pouze odražené kapky vody, tyto zůstaly na povrchu nebo sklouzly. Výsledkem testu je smočení poloviny zkrápěné plochy, vzniklé splynutím malých oddělených ploch (ISO 2 = AATCC 70).

Dle změny hmotnosti vzorku je možno vidět, že absorpce vody v tomto případě není příliš velká. Průměrné navýšení hmotnosti vzorku před a po testu je 15,20 %.



Obr. 72. Textilie je bodově smočena

Naměřené hodnoty:

Měření	AATCC	Hmotnost textilie před testem (g)	Hmotnost textilie po testu (g)	Navýšení hmotnosti v %
1	70	10,794	12,102	12,12%
2	70	10,671	12,466	16,82%
3	70	10,595	12,365	16,71%
Průměr	70	10,687	12,311	15,20%

Hodnoty AATCC jsou stejné, tudíž má interval spolehlivosti a směrodatná odchylka nulovou hodnotu. Výpočty analýzy pro malý počet hodnot je možno nalézt v příloze 1.

Vzorek 3 – Bez povrchové úpravy

Tak jako u prvního testovaného vzorku bez úpravy, i tato textilie ukázala smočení celé zkrápěné plochy (ISO 1 = AATCC 50), které se projevovalo absorpcí vody již po prvních kapkách. Výsledkem je nulová odolnost proti povrchovému smáčení.

Navýšení hmotnosti vzorku před a po testu je výraznější, než u prvního neupraveného vzorku, vzhledem k nižší dostavě a nižší plošné hmotnosti.



Obr. 73. Textilie v místě zkrápění zcela smočena

Naměřené hodnoty:

Měření	AATCC	Hmotnost textilie před testem (g)	Hmotnost textilie po testu (g)	Navýšení hmotnosti v %
1	50	5,649	13,755	143,49%
2	50	5,721	13,83	141,74%
3	50	5,833	13,958	139,29%
Průměr	50	5,734	13,848	141,49%

Hodnoty AATCC jsou stejné, tudíž má interval spolehlivosti a směrodatná odchylka nulovou hodnotu. Výpočty analýzy pro malý počet hodnot je možno nalézt v příloze 1.

Vzorek 4 – Prací prostředek Rudolf Group

Textilie ošetřená přípravkem během praní ukázala velmi podobné vlastnosti jako vzorek č. 2 (s úpravou Teflon). To znamená, že výsledkem testu je smočení poloviny zkrápěné plochy, vzniklé splynutím malých oddělených ploch (ISO 2 = AATCC 70). Na obrázku je vidět opět lokální smočení textilie v místech trysek a opakovaného působení vody a na zbytku plochy zůstaly kapky na povrchu. Na rubu textilie došlo k plošnému smočení.

Na rozdíl od vzorku č. 2, tato textilie má celkově větší sklony absorbovat vodu, takže i navýšení hmotnosti po ukončení testu je dvojnásobně vyšší, průměrně 29,25 %.



Obr. 74. Textilie v místě zkrápění zcela smočena

Naměřené hodnoty:

Měření	AATCC	Hmotnost textilie před testem (g)	Hmotnost textilie po testu (g)	Navýšení hmotnosti v %
1	70	6,289	8,591	36,60%
2	70	6,444	8,304	28,86%
3	70	6,714	8,24	22,73%
Průměr	70	6,482	8,378	29,25%

Hodnoty AATCC jsou stejné, tudíž má interval spolehlivosti a směrodatná odchylka nulovou hodnotu. Výpočty analýzy pro malý počet hodnot je možno nalézt v příloze 1.

Vzorek 5 – Impregnační prostředek Rudolf Group

Testování ukázalo u této úpravy průměrně žádné smočení, pouze malé ulpělé kapky na zkrápělé ploše a lehké smočení v místě trysek přístroje (ISO 4 = AATCC 90). Zde je vidět velmi dobrá odolnost proti zkrápění. Na rubu se objevilo bodové smáčení opět v místě trysek, ale ve větší míře, než na lícové straně.

Navýšení hmotnosti po testu je překvapivě vysoké, 15,79 %, vzhledem k vizuálním výsledkům, které ukazují velmi malou absorpci vody.



Obr. 75. Textilie s kapkami vody na povrchu

Naměřené hodnoty:

Měření	AATCC	Hmotnost textilie před testem (g)	Hmotnost textilie po testu (g)	Navýšení hmotnosti v %
1	90	5,98	6,947	16,17%
2	80	5,762	6,931	20,29%
3	100	5,921	6,574	11,03%
Průměr	90	5,888	6,817	15,79%

Hodnoty AATCC mají dva různé průměry ze dvou nejbližších hodnot, při použití hodnoty průměru z celku 90 je interval spolehlivosti $65,17 \leq \mu \leq 114,83$. Směrodatná odchylka je 10. Výpočty analýzy pro malý počet hodnot je možno nalézt v příloze 1.

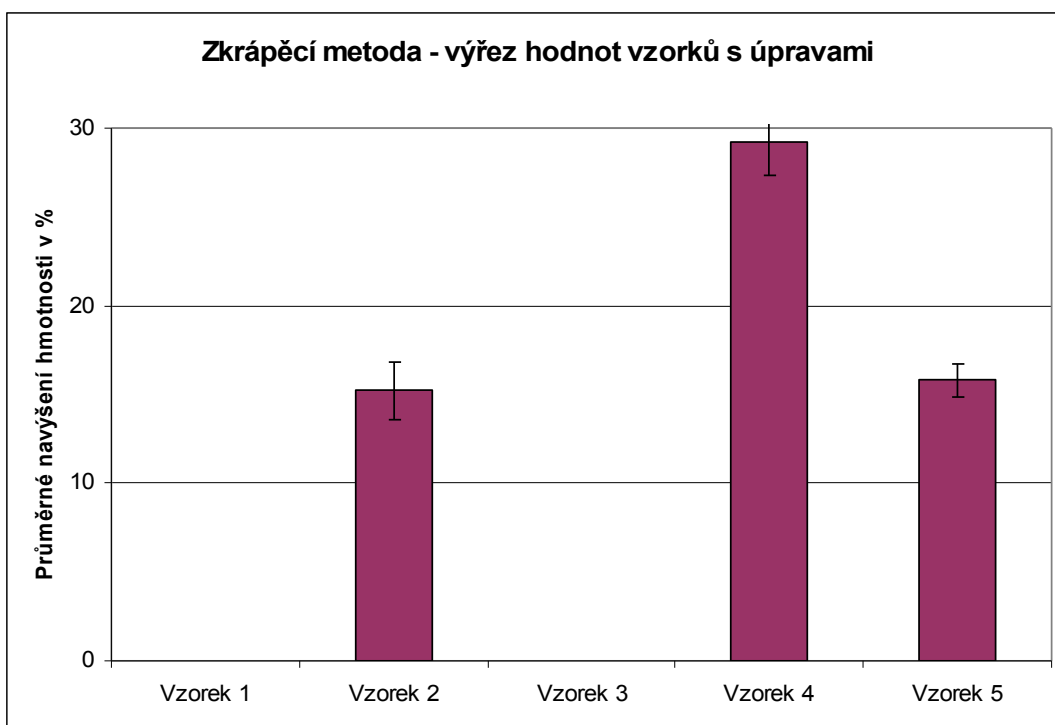


Porovnání hodnot měření zkrápěcí metodou u jednotlivých vzorků:

Vzorek	Vzorek 1	Vzorek 2	Vzorek 3	Vzorek 4	Vzorek 5
Průměrné navýšení hmotnosti v %	100,25	15,2	141,49	29,25	15,79
Průměrná hmotnost před testem	10,693	10,687	5,734	6,482	5,888
Průměrná hmotnost po testu	21,413	12,311	13,848	8,378	6,817

Z uvedených pěti typů vzorků čtyři prokázaly konstatní hodnoty ve všech opakování měření. U úpravy č. 5 hodnoty mírně kolísaly. Je možné tento jev odůvodnit nestejnou měrností nanášení impregnačního spreje. I přes kolísání hodnot se tento typ úpravy projevil jako nejlepší při zkrápění.

Stejně hodnoty vykazaly vzorky 2 a 4, kdy došlo k částečnému smočení textilie v místech trysek zkrápěcího zařízení. Výrazný rozdíl v hmotnosti těchto dvou typů vzorků před a po uskutečnění měření však ukázal, že vzorek č. 4 do sebe absorboval více vody. Vzorek č. 2 tedy můžeme považovat za lépe odolný vůči zkrápění. Na grafu 2 je možné vidět procento zvýšení hmotnosti vzorků s úpravami po ukončení testu. Graf se všemi hodnocenými vzorky je k nalezení v příloze č. 1.



Graf 2. Porovnání hodnot zkoušky zkrápěcí metodou

8.4 Stanovení savosti plošných textilií vůči vodě (postup vzlínáním)

Dle normy ČSN 80 0828 je zkouška určena pro zjišťování savosti všech druhů plošných textilií.

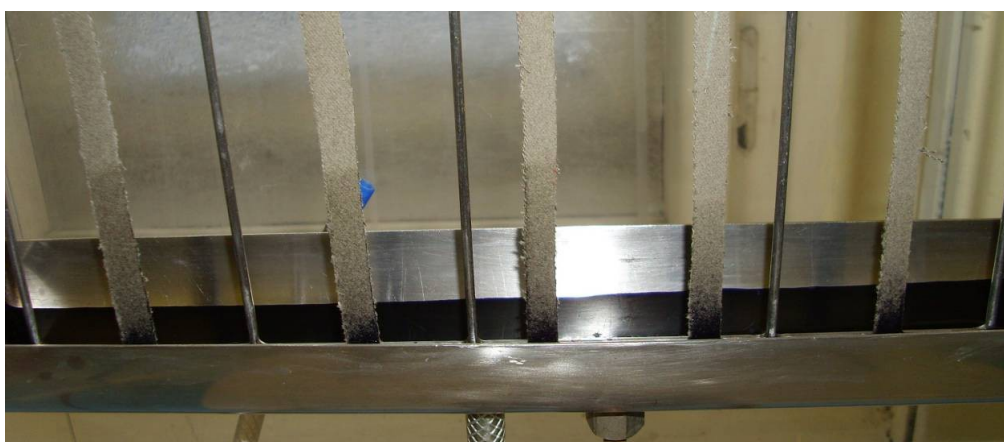
Savost vzlínáním je schopnost plošné textilie přijímat vodu, která vniká do plošných textilií působením kapilárních sil. Udává se v mm za určitý časový úsek.

Vzorky byly upevněny na rámeček zkušebního zařízení napichováním na bodce tak, aby na straně, která bude ponořena do kapaliny přečnívaly pod bodcem 2 mm až 5 mm. Rámeček byl umístěn na zkušební zařízení, miska se zkušební kapalinou o teplotě 22° C byla nastavena tak, aby přečnívající konce pod bodcem byly ponořeny do kapaliny a došlo ke vzlínání. Doba vzlínání byla zvolena na 30 min.

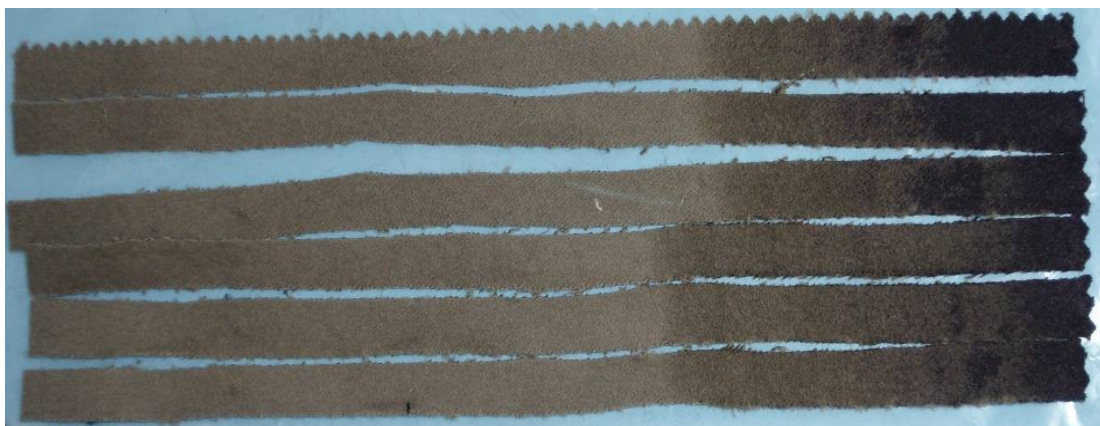
Vzorek 1 – Bez povrchové úpravy/Redex Velveta

Tato textilie bez úpravy má dobrou schopnost vzlínání, což je vidět na obrázku. Je znatelný rozdíl v délce vzlínání ve směru osnovy a ve směru útku. Rozdíl činí cca 1 cm.

Hodnoty výšky vzlínání po osnově mají průměr ze dvou nejbližších hodnot 8, interval spolehlivosti je $7,12 \leq \mu \leq 8,88$. Směrodatná odchylka je 0,354. Hodnoty výšky vzlínání po útku mají průměr ze dvou nejbližších hodnot 7,45, interval spolehlivosti je $6,65 \leq \mu \leq 8,25$. Směrodatná odchylka je 0,322. Výpočty analýzy extrémně malého výběru je možno nalézt v příloze č. 1.



Obr. 77. Videltné vzlínání neupravené textilie v průběhu měření



Obr. 78. Videltné vzlínání neupravené textilie po ukončení měření

Vzorek 2 – Povrchová úprava Teflon/Redex Velveta

Textilie s touto povrchovou úpravou má nulovou vzlínavost. Během 30 min nedošlo ani k minimální vzlínavosti. Textilie se opticky nijak nezměnila. Fotografický záznam nebylo nutno pořizovat. Taktéž není nutné určovat interval spolehlivosti pro malé hodnoty.

Vzorek 3 – Bez povrchové úpravy

Tato textilie, i přesto, že má nižší plošnou hmotnost, byla bez jakékoli hydrofobní úpravy méně vzlínává, než předchozí textilie bez úpravy.

Hodnoty výšky vzlínání po osnově mají průměr ze dvou nejbližších hodnot 4,75, interval spolehlivosti je $2,47 \leq \mu \leq 7,03$. Směrodatná odchylka je 0,919. Hodnoty výšky vzlínání po útku mají průměr ze dvou nejbližších hodnot 5, interval spolehlivosti je $4,65 \leq \mu \leq 5,35$. Směrodatná odchylka je 0,141. Výpočty analýzy extrémně malého výběru je možno nalézt v příloze č. 1.



Obr. 79. Viditelné vzlínání neupravené textilie po ukončení měření

Vzorek 4 – Prací prostředek Rudolf Group

Takto upravená textilie prokázala téměř nulovou vzlínavost. Vzorky jsou pouze lehce zbarvené tekutinou na okrajích.



Obr. 80. Zabarvené okraje textilie s úpravou po ukončení měření

Hodnoty výšky vzlínání po osnově mají průměr ze dvou nejbližších hodnot 0,55, interval spolehlivosti je $-0,87 \leq \mu \leq 1,97$. Směrodatná odchylka je 0,57. Hodnoty výšky vzlínání po útku mají průměr ze dvou nejbližších hodnot 0,05, interval spolehlivosti je $-0,645 \leq \mu \leq 0,745$. Směrodatná odchylka je 0,28. Výpočty analýzy extrémně malého výběru je možno nalézt v příloze č. 1.

Vzorek 5 – Impregnační prostředek Rudolf Group

Textilie s touto úpravou má opět téměř nulovou vzlínavost. Vzorky jsou zbarveny tekutinou pouze minimálně od místa vpichu bodce a tekutina neproniká dovnitř textilie, ale zůstává na povrchu.

Hodnoty výšky vzlínání po útku mají průměr ze dvou nejbližších hodnot 0,05, interval spolehlivosti je $0,0003 \leq \mu \leq 0,1$. Směrodatná odchylka je 0,02. Hodnoty výšky vzlínání po útku mají průměr ze dvou nejbližších hodnot 0,3, interval spolehlivosti je

$0,126 \leq \mu \leq 0,473$. Směrodatná odchylka je 0,07. Výpočty analýzy extrémně malého výběru je možno nalézt v příloze č. 1.



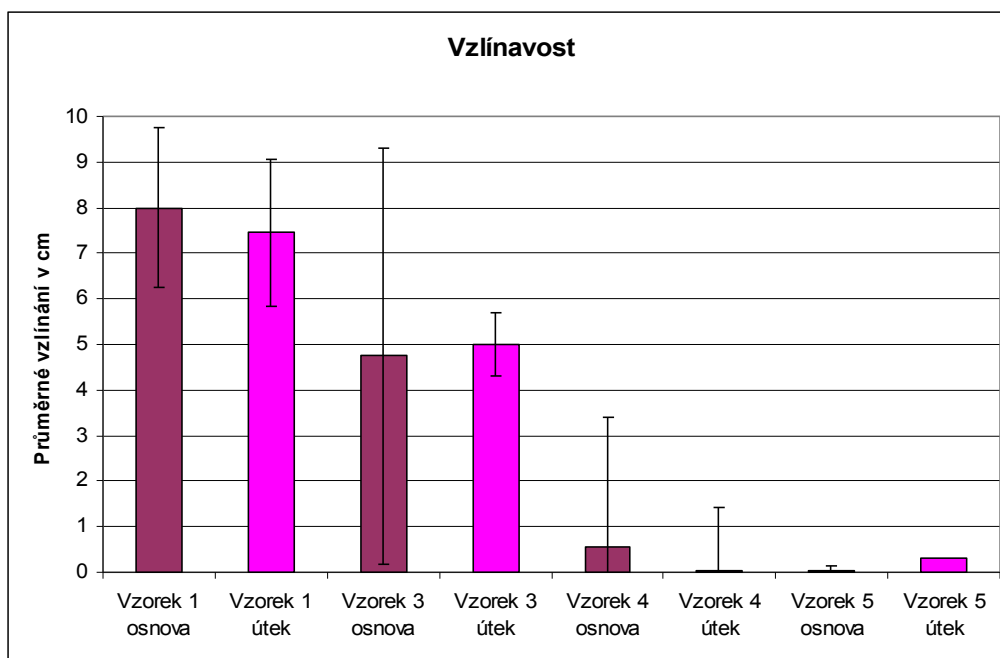
Obr. 81. Zabarvené okraje textilie s úpravou po ukončení měření

Na níže uvedeném grafu 3 a v tabulce je vidět, jaké výšky vzlínání dosáhly testované vzorky. Vzorek č. 2 s úpravou Teflon je z tohoto zobrazení vyloučen, vzhledem k jeho nulové vzlínavosti. Tento se tedy projevil jako nejlépe odolný vůči vzlínání.

Druhý nejlepší v odolnosti vůči vzlínání je vzorek č. 5 s úpravou impregnační a na třetím místě vzorek č. 4 s úpravou pracím prostředkem. Vzorky bez úprav projevívaly běžnou vzlínavost. Překvapivě však vzorek č. 3 s nižší dostavou a plošnou hmotností se ukázal jako lépe odolný vůči vzlínání, než vzorek č. 1.

Porovnání hodnot měření výšky vzlínání u jednotlivých vzorků:

Vzorek	Vzorek 1 osnova	Vzorek 1 útek	Vzorek 3 osnova	Vzorek 3 útek	Vzorek 4 osnova	Vzorek 4 útek	Vzorek 5 osnova	Vzorek 5 útek
Průměrné vzlínání v cm	8	7,45	4,75	5	0,55	0,05	0,05	0,3
Dolní mez IS	7,12	6,65	2,47	4,65	-0,87	-0,645	0,0003	0,126
Horní mez IS	8,88	8,25	7,03	5,35	1,97	0,745	0,1	0,473



Graf 3. Porovnání hodnot zkoušky vzlínivosti

8.5 Stanovení nepromokavosti plošných textilií Bundesmannovou zkouškou deštěm

Tuto zkoušku nebylo možno provést vzhledem k technickým potížím přístroje Bundesmann na Katedře oděvnictví, ale ostatní testy tuto zkoušku plně nahradily.

8.6 Stanovení nešpinivosti plošných textilií použitím potravinářských a chemických výrobků

Tyto testy byly provedeny za účelem ověřit vlastnosti povrchových úprav, které mají za úkol zabránit průniku vody a nečistot dovnitř textilie. Pro tyto zkoušky byly použity běžné prostředky využívané v domácnosti: čisticí prostředek Domestos, olivový olej, ovocná šťáva a kečup.

Měření bylo provedeno v domácích podmínkách. Způsob upevnění a testování textilií je podobný měření zkrápěcí metodou. Vzorky byly upevněny mezi dva kroužky a tyto byly položeny na plastovou destičku, která byla podložena do úhlu 45°. Každý vzorek byl polit testovanými tekutinami, v uvedeném úhlu tekutiny lehce stekly a bylo možné objektivně hodnotit odolnosti. Kečup byl nanesen pomocí kávové lžičky, tento

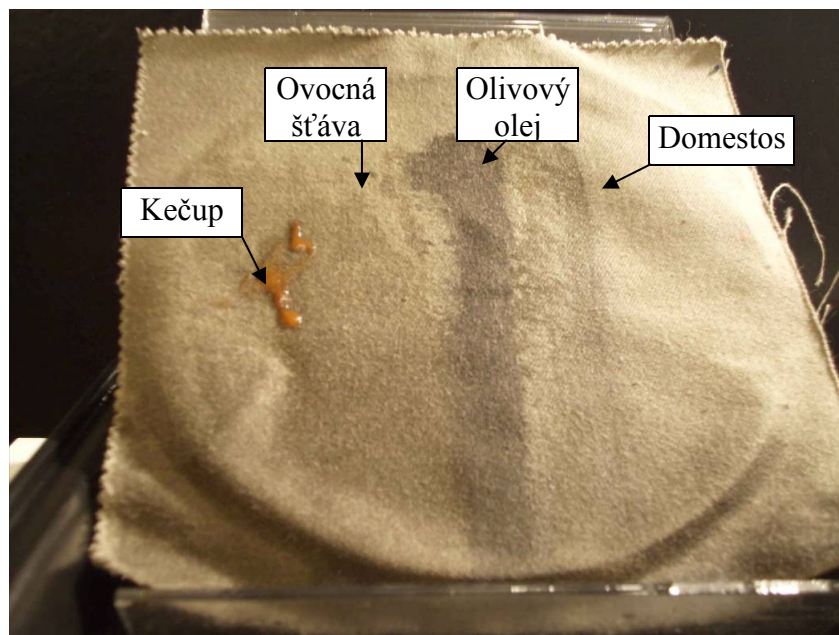
způsob měl za úkol napodobit ušpinění textilie otěrem nebo mechanickým nanesením, což se stává u domácností s dětmi. Po nanesení těchto přípravků byla použita tekoucí voda k odstranění nečistot.

U každého typu vzorků byla stanovena úroveň odolnosti výše uvedených přípravků (0 – žádná odolnost – 3 – nejlepší odolnost). Výsledky je možné vidět v tabulkách, na fotografiích a přiložených videích.

Vzorek 1 – Bez povrchové úpravy/Redex Velveta

Na vzorek byly aplikovány výše uvedené přípravky. Již při aplikaci bylo vidět, že se tekutiny absorbují dovnitř textilie. Největší skvrnu zanechal olivový olej, po zalití tekoucí vodou se skvrna dokonce zvětšila. Nanesený kečup zůstal na povrchu textilie i po snaze jej odstranit tekoucí vodou. Tato textilie, i přes svoji hustou dostavu, neprojevuje žádné známky vodoodpudivého nebo samočisticího povrchu.

Nanášení přípravků na textilií je možno vidět na přiloženém videu.



Obr. 82. Textilie bez úpravy po testu

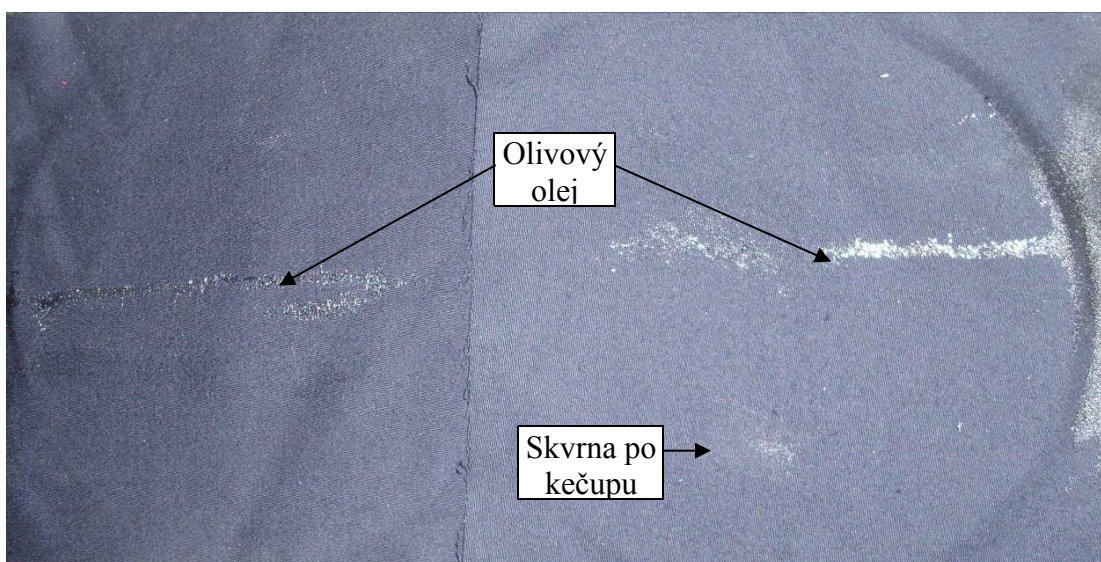
Hodnocení odolnosti:

- | | |
|----------------|--------------------|
| - Domestos – 0 | - Ovocná šťáva – 1 |
| - Olej – 0 | - Kečup – 0 |

Vzorek 2 – Povrchová úprava Teflon/ Redex Velveta

Uvedené přípravky byly aplikovány na textilii se stejným materiálovým složením a hustotou dostavy jako je vzorek 1. V tomto případě textilie projevila dobrou odolnost vůči chemikálii Domestos, vůči ovocné šťávě a relativně dobrou odolnost vůči nanesenému kečupu. Po oplachu znečištěného vzorku vodou zůstaly po usušení pouze skvrny od oleje, což je vidět na obr. 83.

Kečup z povrchu textilie sklouzl společně s tekoucí vodou na jeho odstranění. Zůstala jen drobná skvrna (viditelná na pravém ze vzorků na obr. 83). Tuto skvrnu by v praxi bylo možno dále odstranit lehkým třením s vodou a případně pracím či mycím prostředkem. Opět v příloze instruktážní video.



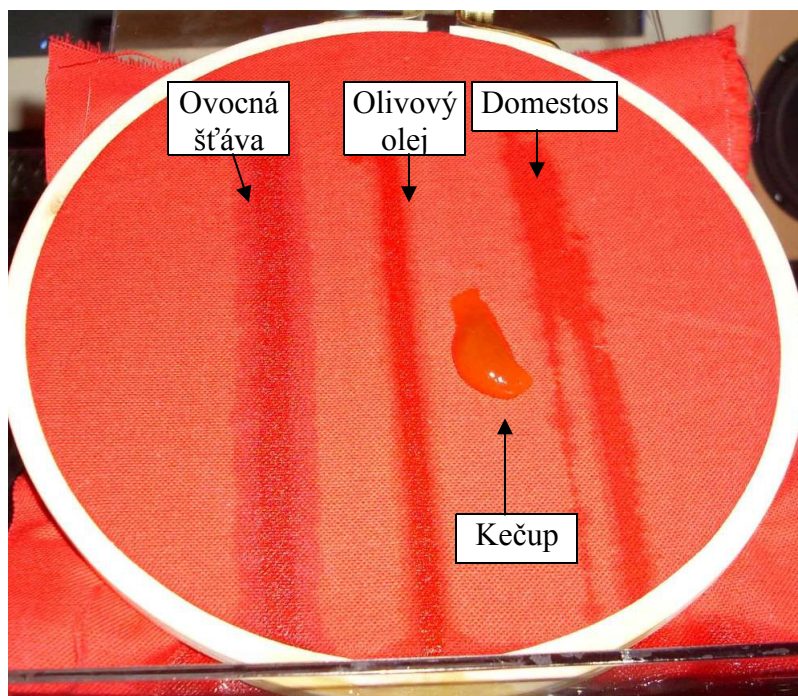
Obr. 83. Textilie s úpravou Teflon znečištěna olejem

Hodnocení odolnosti:

- Domestos – 3
- Olej – 0
- Ovocná šťáva – 3
- Kečup – 2

Vzorek 3 – Bez povrchové úpravy

Další vzorek bez povrchové úpravy vykazoval stejné vlastnosti jako vzorek č. 1. Tekutiny se okamžitě vpily do textilie, jak je možno vidět na obr. 84. Po spláchnutí tekoucí vodou se i tato vpila do textilie a nepomohla tedy odstranit nečistoty. V příloze instruktážní video.



Obr. 84. *Textilie bez úpravy po aplikaci prostředků z domácnosti před pokusem spláchnout nečistoty vodou*

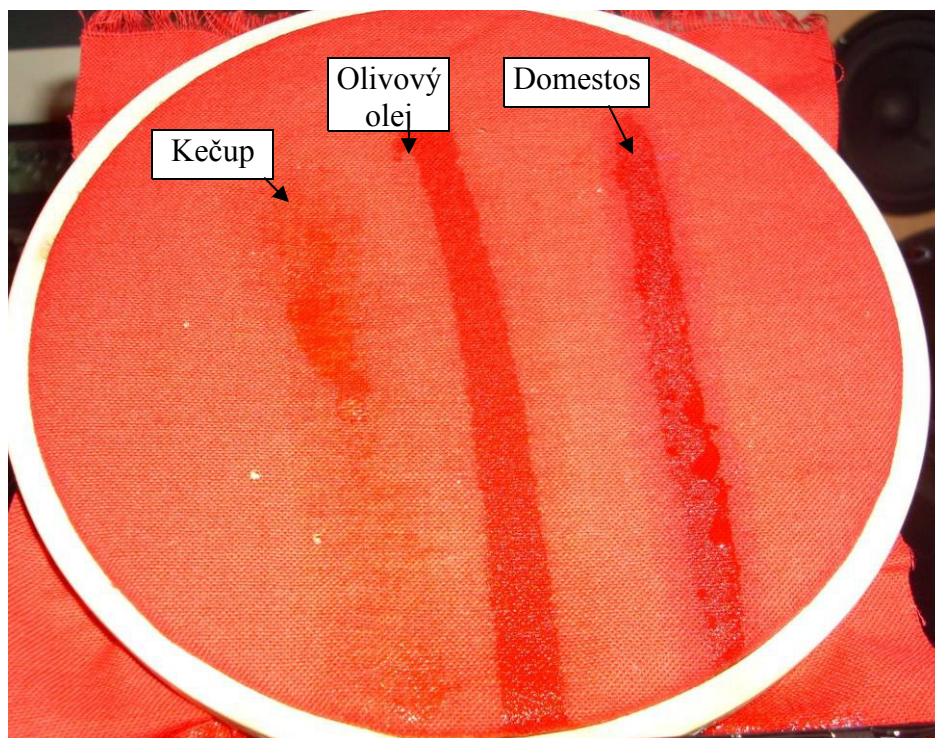
Hodnocení odolnosti:

- Domestos – 0
- Olej – 0
- Ovocná šťáva – 0
- Kečup – 0

Vzorek 4 – Prací prostředek Rudolf Group

Textilie upravená přípravkem, který se přidává do cyklu praní, vykazovala dobrou odolnost vůči tekutinám s nižší hustotou. Jak je vidět na obrázku 85, po aplikaci všech

přípravků a po spláchnutí vodou zůstaly na vzorku viditelné stopy po Domestosu a oleji. Ovocná šťáva po textilií pouze skla bez zanechání stop. Po spláchnutí kečupu a jemném tření zůstala nevýrazná skvrna, kterou by bylo možné odstranit delším třením.



Obr. 85. *Textilie upravená pracím prostředkem po aplikaci přípravků*



Obr. 86. *Textilie upravená pracím prostředkem po aplikaci přípravků a po usušení*

Po zaschnutí vzorku zůstala na textilií odstranitelná skvrna po kečupu a neodstranitelná skvrna po oleji. Domestos i přes svoji hustotu zanechal na textilií bez následků.

Výsledkem testu této povrchové úpravy je, že je odolná vůči tekutinám na vodní bázi, ale není odolná vůči mastnotě. Video v příloze.

Hodnocení odolnosti:

- Domestos – 2
- Olej – 0
- Ovocná šťáva – 3
- Kečup – 3

Vzorek 5 – Impregnační prostředek Rudolf Group

Povrchová úprava, která vznikla nanesením impregnačního spreje s dendrimery projevila nejlepší vodoodpudivé a samočisticí schopnosti. Všechny přípravky po textilií sklouzly a zanechaly kapky, které byly následně spláchnuty vodou. Nanesený kečup stekl po vzorku pod tekoucí vodou a nezanechal žádné stopy. Tato povrchová úprava je tedy nejlepší z testovaných úprav. Video v příloze.



Obr. 87. Textilie po aplikaci přípravků zanechala pouze kapky vody



Obr. 88. Textilie upravená impregnačním prostředkem po aplikaci přípravků a spláchnutí vodou zanechala pouze kapky vody

Hodnocení odolnosti:

- Domestos – 2
- Olej – 0
- Ovocná šťáva – 3
- Kečup – 3

9 ZÁVĚR

Téma bioniky a její aplikace je velmi rozsáhlé a nebylo možné v práci obsáhnout všechny jevy přírody a jejich využití. Pro rešerši byly vybrány ty nejdůležitější, jak pro současnost, které již známe, tak pro budoucnost, na kterých se dále pracuje ve výzkumných institucích.

Úkolem této práce bylo ukázat, co všechno jsme schopni převzít z jevů v přírodě, a to, že právě díky inspiraci přírodou již textilie nejsou pouze spojením vazných bodů přízí, ale že se dokáží díky svojí struktuře a technologii přizpůsobit okolí tak, jak to vyžaduje nositel pro konkrétní příležitost a tím zajistit co nejlepší komfort.

Mnohé technologie výroby a funkce nových textilií popsané v této práci (i jiné) jsou nadále vyvíjeny a jevy v přírodě různými způsoby napodobovány. Tyto výzkumy jsou však dost často utajeny, vzhledem ke vzrůstající konkurenci výrobců těchto textilií a neobjektivnosti schválených patentů vůči reálným výsledkům.

Jedním z těchto případů je výzkum prof. Ing. Luboše Hese, DrSc. z Katedry hodnocení textilií FT TUL, který se již několik let zabývá výzkumem biomimetiky a pokoušel se o získání patentu pro napodobení systému medvědí kůže a srsti a její absorpce slunečních paprsků pro zachování optimálních tepelných podmínek.

Původním záměrem pro experiment této diplomové práce bylo testování užitných vlastností u různých typů jmenovaných výrobků. Jak již bylo napsáno, většina výrobců se však nejspíše obává o své „know-how“ a z těchto důvodů nebyli ochotni poskytnout materiály pro tyto testy. Proto jsme využili ochoty dvou výrobců technologií s podobnými vlastnostmi a mohli tak otestovat tzv. efekt lotosového listu.

Při testech bylo zjištěno, že tyto technologie jsou jistým způsobem a intenzitou schopné efekt lotosového listu napodobit. Některé jsou však málo odolné vůči mastným tekutinám, což za jistých okolností nesplňuje účel, pro který tato technologie vznikla.

Z testovaných výrobků nejlépe plní účel nešpinivé a vodoodpudivé úpravy technologie založená na aplikaci částecí, tzv. dendrimerů, na textilií, impregnační sprej od společnosti Rudolf Group. Díky dendrimerům zůstanou všechny nečistoty na povrchu textilie a je možné dosáhnout opět čistého povrchu pouhým oplachem tekoucí vodou. I přesto, že tento přípravek je určený převážně pro aplikaci na obuv a vnější oděvy, bylo by vhodné podobnou technologii použít právě v domácnosti pro bytové a nábytkářské textilie, kde by nebyla překážkou změna tuhosti.

Jako druhá nejlepší se ukázala povrchová úprava Teflon/mat. Redex Velveta. Projevila velmi dobré odolnosti vůči smáčení vodou a nečistotám (horší vůči olejům). Bylo by dobré tuto povrchovou úpravu dále aplikovat na různé typy materiálů a porovnat vlastnosti vzhledem k různým vazbám a hustotám dostav.

Ze třech úpravených vzorků se ukázala jako málo až středně účinná úprava pracím prostředkem. Povrchovému smáčení vodou odolávala relativně dobře, takže by bylo možné takto upravit např. sportovní oděvy pro použití při lehkém dešti. Co se týče odolnosti vůči nečistotám, tato technologie projevila horší schopnosti, než srovnatelná úprava Teflon.

Doporučením pro další testování je kromě použití na různých materiálech také odolnost těchto úprav v praní, resp. jestli a jak se snižuje účinnost úpravy následkem opakovaného praní.

Použitá literatura:

1. KAHUDA, STANISLAV, ING. *Bionika: učíme se od přírody, a to stále více* [online]. Aktualizováno: 2007-05-20 [cit. 2010-08-06]. Dostupné z WWW: <http://www.enviweb.cz/?secpart=priroda_archiv_geabh/Bionika_ucime_se_od_prirody_a_to_stale_vice.html>

2. HVĚZDÁRNA UHERSKÝ BROD. *Korýši pomohou NASA zkoumat vesmír* [online]. Aktualizováno: 25. 1. 2006 [cit. 2010-08-06]. Dostupné z WWW: <http://hvezdarnauherskybrod.sweb.cz/archiv%202006/leden06.htm>
3. SABADÁŠOVÁ, LENKA. *Bionika – bakalářská práce* [online]. Aktualizováno: 2008 [cit. 2010-08-06]. Dostupné z WWW: <http://www.google.cz/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CBUQFjAA&url=https%3A%2F%2Fwww.stag.utb.cz%2Fapps%2Fstag%2Fdipfile%2Findex.php%3Fdownload%3D7244&ei=QPVbTP2-MIXeONLKqOUB&usg=AFQjCNGcEe60owvNzdOuB3Q1jOxpegiqCg>
4. WIKIPEDIE, OTEVŘENÁ ENCYKLOPEDIIE. *Bionika* [online]. Aktualizováno: 9. 6. 2010 [cit. 2010-08-06]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Bionika>
5. The Living Rain Forest, *The world's greatest lily* [online]. [cit. 2008-11-17]. Dostupné z WWW: <http://www.livingrainforest.org/lib/img/cms/giant-waterlily-leaves.jpg>
6. Botanikfoto Picture Library, Steffen Hauser, *Victoria amazonica* [online]. Aktualizováno: 1999-2008 [cit. 2008-11-17]. Dostupné z WWW: www.botanikfoto.com
7. Czech Didgeridoo Website. *Termiti (termites) - tajemství termitů* [online]. [cit. 2010-08-06]. Dostupné z WWW: <http://www.yedaki.com/didgeridoo/didgeridoo/termiti-termites-tajemstvi-termitu.html>
8. DEMIURG.cz. *Jak začal život* [online]. Aktualizováno: 2010 [cit. 2010-08-06]. Dostupné z WWW: http://www.demiurg.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=42&Itemid=36
9. SCIENCE FAIR 2001 - SEQUOIA PROJECT [online]. Aktualizováno: 2009 [cit. 2010-08-06]. Dostupné z WWW: <http://www.tardigrade.us/sequoias.html>
10. GRAHAM MATTHEWS' HOME PAGES. *Pond Life* [online]. Aktualizováno: 2008-07 [cit. 2008-11-17]. Dostupné z WWW: http://www.gpmatthews.nildram.co.uk/microscopes/pondlife_plants01.html
11. JAMES, PAUL (UK). *Circular Oblique Lighting* [online]. Publikováno 01/2003 v Micscape Magazine [cit. 2008-11-17]. Dostupné z WWW: http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/imgjan03/PJCOLb2.jpg&imgrefurl=http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artjan03/pjcol2.html&usg=__x3XUqTMoXH7Et8dBsv1k6u4KYpQ=&h=323&w=507&sz=39&hl=en&start=49&tbnid=TfUA1bzu9msGpM:&tbnh=83&tbnw=131&prev=/images%3Fq%3DActinoptychus%26start%3D36%26gbv%3D2%26ndsp%3D18%26hl%3Den%26sa%3DN
12. Bikeři.cz. *Cyklisté karlovarského kraje. WP - content* [online]. Publikováno: 2007-07 [cit. 2008-11-17]. Dostupné z WWW: <http://bikeri.cz/wp-content/uploads/2007/07/vino13.jpg>
13. Pneumax Liberec. *Continental, Conti Sport Contact 2.* [online]. [cit. 2008-11-17]. Dostupné z WWW: <http://www.pneumax.cz/continental.asp>
14. <http://www.harunyahya.com/books/science/biomimetics/biomimetics08.php>
15. Bhushan, Bharat. *Biomimetics: lessons from nature—an overview* [online]. Publikováno: 2009-04-28 [cit. 2010-10-03]. Dostupné z WWW:

<<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/367/1893/1445.full?sid=fcd01b29-ff9c-40b0-86f7-e720363593c9#F3>>

16. Šidová, Kornélie. *Lopuch větší (Arctium lappa L.)* [online]. Publikováno: 2010-06-30 [cit. 2010-11-03]. Dostupné z WWW: <http://hobby.idnes.cz/lopuch-vetsi-arctium-lappa-l-dg3-/herbar.asp?c=A100630_124816_herbar_kos>
17. Exploring the world of trees, *Pine nuts from the Stone Pine trees* [online]. Aktualizováno: 2007-12-18 [cit. 2008-11-17]. Dostupné z WWW: <<http://tree-species.blogspot.com/2007/12/pine-nuts-from-stone-pine-tree.html>>
18. University of Cape Town, *Shark Skin* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://sbio.uct.ac.za/Webemu/gallery/shark-m.jpg>>
19. Svět zvířat. *Jak si savci udržují tělesnou teplotu* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://svet-zvirat.7x.cz/jak-si-savci-udrzuji-telesnou>>
20. Ideje.cz, *Pevný jako pavučina* [online]. Aktualizováno: 2007-2009 [cit. 2010-11-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.ideje.cz/cz/clanky/pevny-jako-pavucina>>
21. CyberWizi. *Bionika – Technologie budoucnosti* [online]. Aktualizováno: 2005-02-20 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <http://www.kyberpunk.org/bionika_technologie_budoucnosti>
22. <http://www.trivis.info/view.php?cislocclanku=2006052801>
23. Dr. Galloway, Anne. *What we see as evidence* [online]. Aktualizováno: 2005-05-31 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <http://www.purselipsquarejaw.org/2005_05_01_blogger_archives.php>
24. Dr. Beringer, Jan. *Nanotechnology in Textile finishing* [online]. Aktualizováno: 2005-11-25 [cit. 2010-11-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.nanomat.de/pdf/nanovision-beringer.pdf>>
25. Poole, Becky. *Biomimetics: Borrowing from Biology* [online]. Aktualizováno: 2007-07 [cit. 2010-11-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.thenakedscientists.com/HTML/articles/article/biomimeticsborrowingfrombiology/>>
26. HENTSCHEL, ANDREAS. *Kopírujeme přírodu.* [online]. Publikováno: 2008-09-08 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.chip.cz/cs/clanky/kopirujeme-prirodu.html>>
27. UNIVERSITY OF KWAZULU-NATAL. *Environmental Scanning Electron Microscope.* [online]. Publikováno: 2009 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://microscopy.ukzn.ac.za/EnvironmentalScanningElectronMicroscope5134.aspx>>
28. MACH, JIŘÍ. *Věda se snaží napodobit přírodu* [online]. Aktualizováno: 2008-05-20 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <http://www.denik.cz/ze_sveta/usa_veda_biomimetika_20080519.html>
29. WIKIPEDIA. *Fenek* [online]. Aktualizováno: 2010-09-07 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Fenek>>
30. BREGER, DEE. *Journeys in Microspace* [online]. Aktualizováno: 1995 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.asci.org/artikel648.html>>
31. SERENA. *Oblečení inspirované šiškami* [online]. Aktualizováno: 2005-12-19 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <http://www.marienbad.cz/cs/wellness_beauty/umeni_dobre_vypadat/40.shtml>

32. MONITOR NG.CZ. *Oblečení inspirované šíškami* [online]. Aktualizováno: 2004-10-19 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://divocinavsrddci.cz/veda-a-vesmir/obleceni-inspirovane-siskami-635/>>
33. <http://www.nanomat.de/pdf/nanovision-beringer.pdf>
34. Herzigová, Monika. *Aby postel pěkně hrála* [online]. Aktualizováno: 2008-11-01 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.svet-bydleni.cz/nejnovejsi-clanky/aby-postel-pekne-hrala.aspx>>
35. May, Bill. *Cross section of polar bear fur* [online]. Aktualizováno: 1998 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.exo.net/~pauld/popularerrors/polarbearfur.html>>
36. Harris, Tom. *How Spiders Work* [online]. Aktualizováno: 2010 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://animals.howstuffworks.com/arachnids/spider3.htm>>
37. Ing. Milan Řiha, DiS. *Brnění třetího tisíciletí* [online]. Aktualizováno: 2006-05-28 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.trivis.info/view.php?cisloclanku=2006052801>>
38. vesmir.info. *Japonci již vědí, jak využít vlastností pavučin* [online]. Aktualizováno: 2007-12-13 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.vesmir.info/genetika/japonci-jiz-vedi-jak-vyuzit-vlastnosti-pavucin.htm>>
39. Ideje.cz. *Pevný jako pavučina* [online]. Aktualizováno: 2007-2009 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.ideje.cz/cz/clanky/pevny-jako-pavucina>>
40. 3PÓL. *Pavoučí ocel* [online]. Aktualizováno: 2003-01-28 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.tretipol.cz/148-pavouci-ocel>>
41. US ARMY NATICK SOLDIER RESEARCH. *Super-Oleophobic Coatings for Non-stick, Self-Cleaning Textiles* [online]. Aktualizováno: 2009-05-26 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://nsrdec.natick.army.mil/media/fact/ss&t/Super-Oleo.htm>>
42. SCIENTIFIC AMERICAN. *Self-Cleaning Materials: Inspiration* [online]. Aktualizováno: 2008-07-21 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=self-cleaning-materials-inspiration>>
43. PROETEX. *Moisture and Water Functions* [online]. Aktualizováno: 2009-09-04 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.proetex.org/final%20proetex%20learning/Moisture.htm>>
44. KADLÍKOVÁ, LENKA. *Příroda a nejmodernější technika - bionika* [online]. Publikováno: 2005-03-23 [cit. 2008-11-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=316>>
45. Gelanots XP. *Membrána Gelanots XP* [online]. [cit. 2008-11-17]. Dostupné z WWW: <www.pinguin-sport.cz/gelanots/htmls/gelanots.html>
46. BUNDY-ONLINE. *Bundy* [online]. Aktualizováno: 2008-2009 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.bundy-online.cz/bundy/>>
47. ENVIWEB. *Co to jsou smart textilie?* [online]. Aktualizováno: 2008-03-18 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.enviweb.cz/clanek/obecne/68946/co-to-jsou-smart-textilie>>
48. THE BIOMIMICRY INSTITUTE. *Morphotex structural colored fibers* [online]. Aktualizováno: 2010-10-20 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.asknature.org/product/4c0e62f66bcccabf55a1f189da30acb3>>

49. BIOMIMETIC DESIGN, SRDAVE. *Morphotex and the Butterfly* [online]. Aktualizováno: 2009-02-04 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://biodsign.wordpress.com/2009/02/04/morphotex-and-the-butterfly/>>
50. BLAINE BROWNELL. *Morphotex* [online]. Aktualizováno: 2010-01-15 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://transmaterial.net/index.php/2010/01/15/morphotex/>>
51. JASMIN MALIK CHUA. "Morphotex" Dress Mimics Butterfly Wing Shimmer—Without Any Dyes [online]. Aktualizováno: 2010-07-16 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.ecouterre.com/morphotex-dress-mimics-butterfly-wing-shimmer-without-any-dyes/>>
52. ESHOP ADISPORT.CZ. *Vrstvy a jejich popis* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <http://www.adisport.cz/aktuality/_zobraz=jak-spravne-vybrat-a-vrstvit-obleceni-pro-outdoor-aktivitu>
53. WARREN MCLAREN. *Sympatex Ecocycle SL - Recycled Waterproofing* [online]. Aktualizováno: 2007-08-30 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.treehugger.com/Sympatex-ecocycle.jpg>>
54. OUTDOORS.DE. *Gelantos* [online]. Aktualizováno: 2009-06-10 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.outdoors.de/products/Outdoor-Bekleidung/Pinguin-leichte-Regenjacke-RAIN-10000-WS-UNI.html>>
55. ESHOP ADISPORT.CZ. *Vrstvy a jejich popis* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <http://www.adisport.cz/aktuality/_zobraz=jak-spravne-vybrat-a-vrstvit-obleceni-pro-outdoor-aktivitu>
56. SMARTTEXTILES. DANIEL HECHTER [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.smarttextiles.org/produkt-firma.php?l=en&t=5&b=produkt&pro=5>>
57. OUTDOORS.DE. *Gelantos* [online]. Aktualizováno: 2009-06-10 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <www.outdoors.de>
58. X-TECHNOLOGY. *The 37°C CR Technology* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.x-technology.com/en/services/research-development/37-ccr-technology/>>
59. SPORTDEPO.CZ. *Funkční prádlo X-Bionic* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.sportdepo.cz/obleceni-xbionic>>
60. PROGRESS CYCLE. *Funkční prádlo X-Bionic* [online]. Aktualizováno: 2007 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.progresscycle.cz/xbionic/>>
61. HORYDOLY. *Superprádlo X-bionic* [online]. Aktualizováno: 2009-11-08 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.horydoly.cz/vypsati.php?id=12524>>
62. BIKE-ARENA. *Functional 2nd Climate* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.bike-arena.cz/x-bionic-multifunctional-beaver-performed-shirt-man>>
63. HUDYSPOIT JIČÍN. *Funkční prádlo X-Bionic* [online]. Aktualizováno: 2009-11-26 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <http://jicin.hudy.cz/Data/files/clanky/letak_X_Bionic_CZ.pdf>
64. X-TECHNOLOGY. *X-bionic Wüstenfuchs Technologie* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.x-technology.com/en/services/research-development/x-bionic-wuestenfuchs-technologie>>

65. X-UNIVERSE. *LEISTUNG DURCH KÜHLUNG: Hochleistung durch X-BIONIC® FENNEC™ Technology* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <http://www.x-universe.com/newsletter/archiv/de_customer/20080409_X-BIONIC_mit_der_revolutionaeren_FENNEC-Technologie_fuer_deinen_Sport.htm>
66. SPOTEO - SPORTTECHNOLOGIE ONLINE. *XITANIT* [online]. Aktualizováno: 2010-11-02 [cit. 2010-11-08]. Dostupné z WWW: <http://www.spoteo.de/wissen/technologie/technologie_337_XITANIT.html>
67. X-TECHNOLOGY. *X-Socks* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.x-technology.com/en/services/design/functional-textiles/x-socks>>
68. PROGRESS CYCLE. *X-Socks* [online]. Aktualizováno: 2007 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.progresscycle.cz/xsocks/index.html>>
69. RUDOLF GMBH. *Bionic-Finish – Just like a nature* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.rudolf.de/innovations/hydrophobic-future/bionic-finish/without-fluorocarbons.htm>>
70. RUDOLF GMBH. *Hydrophobic Future* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.rudolf.de/innovations/hydrophobic-future.htm>>
71. RUDOLF GmbH, *GECKO-COATING* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.rudolf.de/products/details-brochure.htm?year=2008&ri=200811>>
72. RUDOLF GmbH, *GECKO-COATING - Adhering without being sticky* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.rudolf.de/innovations/functional-coating/adhering-without-being-sticky.htm>>
73. Texnetis.com. *Schoeller Textil AG* [online]. Aktualizováno: 2005-10 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.texnetis.com/schoeller-textil.htm>>
74. C_CHANGE. *The Bionic Climate Membrane* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <http://www.c-change.ch/uploads/media/c-change_produkteinfo_engl_01.pdf>
75. Inovace.cz. Zdroj: BASF - The Chemical Company, *Jako v přírodě - samočistící textilie* [online]. Aktualizováno: 2007-08-12 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.inovace.cz/for-life/zdravi-a-zivotni-styl/clanek/jako-v-prirode---samocistici-textilie/>>
76. MMT Textiles. *Pine Cone Effect* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.mmttextiles.com/technology.shtml>>
77. VELVETA a.s. Varnsdorf. *Úpravy* [online]. Aktualizováno: 2007 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <www.velveta.cz>
78. Tebo. *Nano Sphere - povrchová úprava tkanin* [online]. Aktualizováno: 2008 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.tebo.cz/cz/produkty/upravy/nano-sphere/>>
79. DMOZ, open directory project. *Test Facilities* [online]. Aktualizováno: 2010-01-30 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <http://www.dmoz.org/Business/Textiles_and_Nonwovens/Test_Facilities/>
80. Institute of Textile Technology and Process Engineering (ITV) Denkendorf. *A portrait of BIOKON locations* [online]. Aktualizováno: 2010 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.biokon.net/biokon/profil/DenkendorfITV.pdf.en>>

81. Institute of Textile Technology and Process Engineering (ITV) Denkendorf. *A portrait of BIOKON locations* [online]. Aktualizováno: 2010 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.bath.ac.uk/mech-eng/biomimetics/projects/>>
82. Stanford University. *Mechanical engineering research* [online]. Aktualizováno: 2010 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://me.stanford.edu/>>
83. Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland. *Research* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.titv-greiz.de/index.php?id=forschung&L=1>>
84. Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland. *Test centre* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.titv-greiz.de/index.php?id=akkreditierte-pruefstelle&L=1>>
85. Institute of Nanotechnology. *About the institute* [online]. [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.nano.org.uk/aboutus.htm>>
86. Gesellschaft für Technische Biologie und Bionik. *Nachrichten* [online]. Aktualizováno: 2010 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.gtbb.net/>>
87. Textil.cz. *Virtuální informační servis textil* [online]. Aktualizováno: 2008 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.textil.cz/>>
88. Business Co-Ordination House. *Tech Tex India Newsletter* [online]. Aktualizováno: 2010-10 [cit. 2010-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.bch.in/>>
89. Innovation in Textiles. *Technical Textiles Online* [online]. Aktualizováno: 2010-11-02 [cit. 2010-11-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.innovationintextiles.com/>>
90. Association of suppliers to the British Clothing Industry. [online]. [cit. 2010-11-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.asbci.co.uk/>>
91. Engineering Services Outsourcing. *Some Trends in Textile Engineering Research* [online]. Aktualizováno: 2006 [cit. 2010-11-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.engineeringservicesoutsourcing.com/ref/eng/fut/te/te.html>>
92. Outdoor Guide. *BAMBUS = BAVLNA 21. STOLETÍ* [online]. Aktualizováno: 2010-02-08 [cit. 2010-11-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.outdoorguide.cz/bambus--bavlna-21-stoleti-440.html>>
93. Bamboosk. *Bambusové vlákno* [online]. Aktualizováno: 2010 [cit. 2010-11-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.bamboosk.sk/bamboosk/index.php?pgname=vlakna&PHPSESSID=2774c01cc18ff567ce29ac8a1c307a40>>
94. Vitalia.cz, Vaňková, Monika. *Zelené oblečení: Módní výstřelek nebo budoucnost?* [online]. Aktualizováno: 2009-07-06 [cit. 2010-11-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.vitalia.cz/clanky/neoblekejte-se-jen-do-bobavlny/>>
95. E-Store. *Soya Fibre* [online]. Aktualizováno: 2010 [cit. 2010-11-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.p-wholesale.com/cn-pro/4/37to1/soya-fibre-4848.html>>
96. Tex.in. *Nextiles – What's Next in Textiles?* [online]. Aktualizováno: 2005 [cit. 2010-11-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.tex.in/education/nextiles/nextiles.html>>
97. Fleischmanová, Petra. *Otevřené termitišť detail* [online]. Aktualizováno: 2008-06-07 [cit. 2010-11-23]. Dostupné z WWW: < <http://picasaweb.google.com/lh/photo/3goGYuT91fz-O8iCIgPEWQ>>

98. Ekomóda.cz. *Nověobjevené a znovuobjevené materiály* [online]. Aktualizováno: 2009 [cit. 2010-11-23]. Dostupné z WWW: < <http://www.ekomoda.cz/nove-materialy>>
99. Sodomka, Lubomír. *Nanovlákná včera, dnes a zítra* [online]. Aktualizováno: 2010-05-25 [cit. 2010-12-08]. Dostupné z WWW: < <http://lubomirsodomka.blog.cz/1005/v-nanovlakna-vcera-dnes-a-zitra>>
100. Materiály používané u výrobků CONDOR [online]. [cit. 2010-12-18]. Dostupné z WWW: <<http://www.spacaky.cz/materialy.htm>>
101. VNUS Medical Technologies, *Technological Advantage: Tactel® Micro Fiber Construction* [online]. [cit. 2010-12-18]. Dostupné z WWW: <<http://www.vnus.com/product-info/compression-stockings.aspx#>>

Seznam obrázků:

Obr. 1.	Crystal Palace v Londýně - ukázka bioniky ve stavitelství [4].....	3
Obr. 2.	Viktorie královská – největší list leknínu v přírodě [5], [6].....	4
Obr. 3.	Naleziště termištů [7],.....	6
Obr. 4.	Otevřené termištů [97].....	6
Obr. 5.	Struktura sekvojového dřeva [9],.....	7
Obr. 6.	Sekvoj obrovská; Natural and History museum London, vlastní zdroj.....	7

Obr. 7.	Actinoptychus [10] [11].....	8
Obr. 8.	Kolo inspirované řasou Actinoptychus [12].....	8
Obr. 9.	Pneumatika Continental inspirovaná kočičí tlapkou [13].....	9
Obr. 10.	Struktura stehenní kosti [14].....	10
Obr. 11.	Eiffelova věž [14].....	10
Obr. 12.	povrch pnoucí fazole s háčky [15].....	10
Obr. 13.	chlupy Užanky lékařské (Cynoglossum officinale) jsou charakterizovány háčky směřujícími do různých stran [15].....	10
Obr. 14.	Plod lopuchu většího [16].....	11
Obr. 15.	Suchý zip - velcro [30].....	11
Obr. 16.	Mikroskopické snímky struktury gekoních tlapek [27].....	12
Obr. 17.	Zavřená borová šiška [17].....	13
Obr. 18.	Otevřená borová šiška [17].....	13
Obr. 19.	Tak by mohla vypadat bunda inspirovaná principem borových šišek. Zdroj: University of Bath. [32].....	14
Obr. 20.	Návrhy funkčního prádla X-bionic [58].....	15
Obr. 21.	Popis funkčnosti prádla X-bionic [59].....	15
Obr. 22.	Membrána c_change™ inspirovaná borovou šiškou [74].....	16
Obr. 23.	Struktura žraločí kůže [18].....	18
Obr. 24.	Imitace žraločí kůže [18].....	19
Obr. 25.	Textilie Fastskin od společnosti Speedo inspirovaná strukturou žraločí kůže [33] 19	19
Obr. 26.	Transparentní srst a černá kůže ledního medvěda [15].....	20
Obr. 27.	Schéma solární termální funkce kůže ledních medvědů [15].....	20
Obr. 28.	Mikroskopický snímek řezu srstí ledního medvěda [35].....	20
Obr. 29.	Duté vlákno Tactel, podélný mikroskopický pohled srovnaný s lidským vlasem a schéma funkce [101].....	21
Obr. 30.	Obrázky z Icarus Polyommatus (Modrásek jehlicový) motýlích křídel při různých zvětšeních, které prokazují, že jsou složeny z tisíců šupinek s komplexními hierarchickými strukturami [15].....	22
Obr. 31.	Textilie Morphotex [50].....	23
Obr. 32.	Motýl Morpho Peleides a textilie Morphotex [48].....	23
Obr. 33.	Módní návrhářka Donna Sgro ze Sydney vyrobila šaty z příze Morphotex, které i přes chybějící barvu, vykazují třpytivě kobaltovou modř. Tyto šaty jsou momentálně vystaveny ve Vědeckém muzeu v Londýně. [51].....	24
Obr. 34.	Pavučina v mikro záběru [23].....	25
Obr. 35.	Mikroskopický snímek papil produkujících pavoučí hedvábí [36].....	26
Obr. 36.	Samo-čistící proces v přírodě [24].....	28
Obr. 37.	Kapka vody na špičkách epidermálních výčnělků sbírá nečistoty, prach a drobný hmyz a roluje z listu pryč [25].....	28
Obr. 38.	Makroskopické snímky lotosového listu ve třech úrovních přiblížení [15] 29	29
Obr. 39.	Znečištění na textilií s úpravou impregnací na bázi vosku a bez úpravy [43] 30	30
Obr. 40.	Samočistící (lotus) efekt, bavlněné vlákno před a po úpravě [42].....	30
Obr. 41.	Schematické znázornění úpravy vlákna polymery [43].....	31
Obr. 42.	®RUCOSTAR-dendrimery [brožura Rudolf-Group].....	31
Obr. 43.	®RUCOSTAR-dendrimery [69].....	32
Obr. 44.	®RUCOSTAR-dendrimery [70].....	32
Obr. 45.	3Xdry.....	33
Obr. 46.	Nanosphere [73].....	33

Obr. 47.	3XDRY® Technologie [75].....	35
Obr. 48.	3XDRY® Technologie [75].....	36
Obr. 49.	Povrch textilie s úpravou Nanosphere [78].....	37
Obr. 50.	Řez membránou a schéma funkcí [45].....	38
Obr. 51.	Hydrofóbní úprava[24].....	39
Obr. 52.	Řez a detail membrány Goretex [55].....	39
Obr. 53.	Smáčivost běžné hydrofilní textilie[24].....	40
Obr. 54.	Testování membrány Sympatex [53].....	41
Obr. 55.	Membrány Gelantos/Gelanots [54].....	41
Obr. 56.	Pouštní liška - fenek [29].....	42
Obr. 57.	X-bionic Technologie Pouštní liška [65].....	42
Obr. 58.	Xitanit [66].....	43
Obr. 59.	coldblack® [73].....	43
Obr. 60.	X-socks [68].....	45
Obr. 61.	Výsledek výzkumu přilnavosti gekonních tlapek - robot [82].....	48
Obr. 62.	Mikroskopický snímek bambusových vláken [93].....	52
Obr. 63.	Sójová vlákna [95].....	53
Obr. 64.	Plné smočení textilie.....	59
Obr. 65.	Viditelné smočení textilie již při počátku měření.....	59
Obr. 66.	Kapky vody na povrchu textilie v průběhu měření.....	60
Obr. 67.	Kapky vody na povrchu textilie po ukončení měření.....	60
Obr. 68.	Textilie v místě měření i kolem zcela smočená.....	61
Obr. 69.	Kapčky vody na povrchu.....	62
Obr. 70.	Kapky vody na povrchu.....	63
Obr. 71.	Textilie v místě zkrápění zcela smočena.....	66
Obr. 72.	Textilie je bodově smočena.....	67
Obr. 73.	Textilie v místě zkrápění zcela smočena.....	68
Obr. 74.	Textilie v místě zkrápění zcela smočena.....	69
Obr. 75.	Textilie s kapkami vody na povrchu.....	70
Obr. 76.	Rub textilie s plošným smočením.....	71
Obr. 77.	Viditelné vzlínání neupravené textilie v průběhu měření.....	73
Obr. 78.	Viditelné vzlínání neupravené textilie po ukončení měření.....	73
Obr. 79.	Viditelné vzlínání neupravené textilie po ukončení měření.....	74
Obr. 80.	Zabarvené okraje textilie s úpravou po ukončení měření.....	75
Obr. 81.	Zabarvené okraje textilie s úpravou po ukončení měření.....	76
Obr. 82.	Textilie bez úpravy po testu.....	78
Obr. 83.	Textilie s úpravou Teflon znečištěna olejem.....	79
Obr. 84.	Textilie bez úpravy po aplikaci prostředků z domácnosti před pokusem spláchnout nečistoty vodou.....	80
Obr. 85.	Textilie upravená pracím prostředkem po aplikaci přípravků.....	81
Obr. 86.	Textilie upravená pracím prostředkem po aplikaci přípravků a po usušení.....	81
Obr. 87.	Textilie po aplikaci přípravků zanechala pouze kapky vody.....	82
Obr. 88.	Textilie upravená impregnačním prostředkem po aplikaci přípravků a spláchnutí vodou zanechala pouze kapky vody.....	83

Seznam grafů:

Graf 1. Porovnání hodnot zkoušky tlakem vody

Graf 2. Porovnání hodnot zkoušky zkrápěcí metodou

Graf 3. Porovnání hodnot zkoušky vzlínavosti

Seznam příloh:

Příloha 1 – Statistické výpočty z výsledků jednotlivých měření

Příloha 2 – Vzorky textilií

Videa

Samočistící technické textilie_Mincor TX